

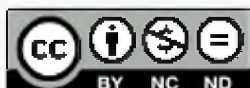
Aun, Marcel

Proyecto de inversión en tecnología de pintado en la industria automotriz

**Tesis para la obtención del título de posgrado de
Magister en Dirección en Empresas**

Directora: Galfione, María Teresa

Documento disponible para su consulta y descarga en **Biblioteca Digital - Producción Académica**, repositorio institucional de la **Universidad Católica de Córdoba**, gestionado por el **Sistema de Bibliotecas de la UCC**.



Esta obra está bajo licencia 2.5 de Creative Commons Argentina.

Atribución-No comercial-Sin obras derivadas 2.5

Universidad Católica de Córdoba
Instituto de Ciencias de la Administración
Magíster en Dirección de Empresas

Título: Proyecto de inversión en tecnología de pintado en la industria automotriz

Autor: Ing. Marcel Aun

E-mail: aunmarcel@hotmail.com

Córdoba, 2017

Abstract:

El siguiente trabajo describe el proceso de pintado de una empresa automotriz, y propone distintas alternativas tecnológicas para mejorar la productividad, las cuales a través de un estudio técnico y posterior análisis de los resultados económicos financieros, se demostró la mejor alternativa. El proyecto se desarrolla con la metodología World Class Manufacturing (Manufactura de Clase Mundial), particularmente con el pilar Early Equipment Managment (Gestión Temprana de Equipos) desde una perspectiva proactiva.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CORDOBA

**TRABAJO FINAL DE
MAGÍSTER EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

**PROYECTO DE INVERSION EN
TECNOLOGIA DE PINTADO EN
LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

AUTOR: Aun, Marcel

CORDOBA 2016

INDICE

INTRODUCCION	4
I. LA EMPRESA.....	5
1.1 Grupo Inversor: Fiat	5
1.2 Organigrama de la Empresa	6
1.3 Objetivos por Dirección	6
1.4 Reseña Histórica.....	8
II. FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA ELEGIDO	9
2.1 Antecedentes del Tema	10
2.2 Estado Actual del Tema	10
2.3 Proceso de Pintado	11
2.4 Proceso de Aplicación Base Unidad Pintura Fiat	12
2.5 Planteo del Problema	14
2.6 Alcance y Limitaciones de la Propuesta.....	15
2.7 Aportes Teóricos y/o Prácticos al Campo Disciplinar	17
2.8 Objetivos del Trabajo	17
2.9 Metodología y Plan de Actividades	18
III. MARCO TEORICO.....	19
3.1 World Class Manufacturing (WCM)	19
3.2 Misión.....	21
3.3 Bases del WCM	21
3.4 Pilares Gerenciales	22
3.5 Pilares Técnicos	23
3.6 Pilar Gestión Temprana de Equipos.....	28
3.7 Desarrollo de los 7 Pasos del EEM.....	31
IV. DESARROLLO DEL PROYECTO BAJO EL CONCEPTO WCM	50
4.1 Paso 1: Planeamiento	51
4.2 Paso 2: Proyecto Conceptual Básico	60
4.3 Paso 3: Proyecto Detallado	71
4.4 Pasos 4, 5, 6 y 7	79
V. ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO.....	80
5.1 Metodología Propuesta	80

5.2	Herramientas.....	81
5.3	Situación ante el Fisco	82
5.4	Indicadores.....	82
5.5	Flujo de Caja	83
5.6	Análisis de la Alternativa Tecnológica 1: conviene reemplazar lo actual con la tecnología <i>bell-gun</i>	84
5.7	Análisis de la Alternativa Tecnológica 2: conviene reemplazar lo actual con la tecnología <i>bell-bell</i>	92
5.8	Conclusión de Resultados.....	98
CONCLUSION		101
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	103

INTRODUCCION

La industria automotriz es un sector clave para la mayoría de las economías, por su volumen de negocio, la demanda de mano de obra, su grado altamente innovador en procesos productivos, su capacidad de inversión y la necesidad del desarrollo de proveedores locales. Es una gran generadora de empleo ya que además de la mano de obra directa que requiere, influye en toda una industria paralela de autopartes, por lo que la mano de obra indirecta es significativa.

Argentina cuenta con una industria automotriz y de autopartes consolidada con más de 60 años en el país, que ocupa el segundo lugar en volumen de producción de américa del sur. Tanto las terminales automotrices como los autopartes cuentan con las capacidades y el conocimiento necesario para cumplir con las más exigentes normas internacionales, lo que favorece la incorporación de nuevos productos y tecnologías, alineados con las más recientes tendencias mundiales.

El mercado local es del tipo “oligopolio”, ya que los protagonistas son pocos; hay 5 marcas que absorben la totalidad del mercado de los autos, considerando como segmento la demanda de Latinoamérica. Además, hay grandes barreras de entrada para una nueva firma, y las estrategias de las empresas es de diferenciación, ya que hay posibilidad de actuar sobre el entorno con algunas decisiones estratégicas como desarrollo de nuevos modelos, planes de venta, financiación del producto, mejorar servicio postventa.

Por ello, el siguiente proyecto se propone innovar en la búsqueda de alternativas tecnológicas en automatismos de pintado, definiendo la tecnología de las mismas, para obtener una ventaja competitiva de la empresa, y poder afrontar de la manera más competitiva la demanda de mercado.

I. LA EMPRESA

1.1 Grupo Inversor: Fiat

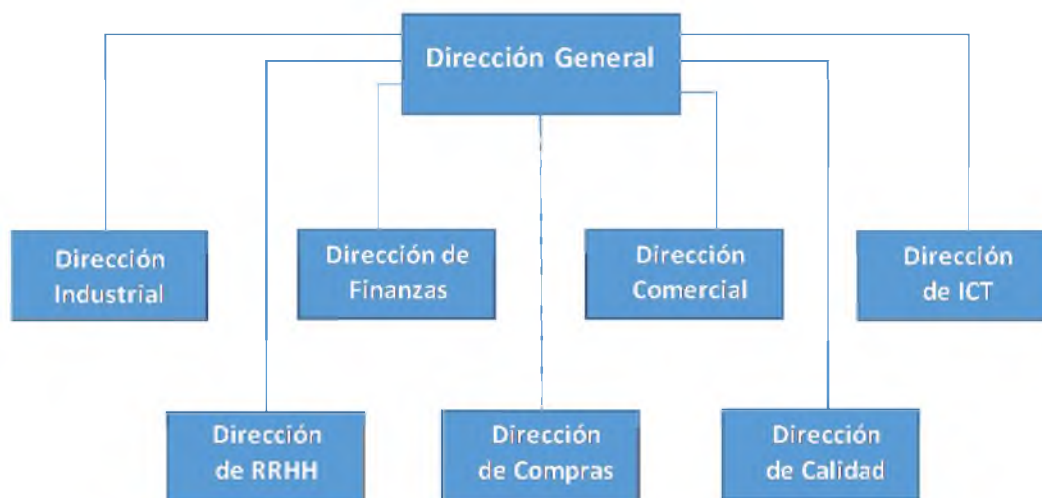
FCA (Fiat Chrysler Automobiles) Argentina es una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de vehículos automotores, autopartes, equipos de propulsión, repuestos y accesorios, tanto en el mercado nacional como en el exterior del país, fabricando y comercializando cajas de cambio, piezas, partes y automotores para el mercado argentino y del exterior integrada en el contexto regional del Mercosur dentro de la región latinoamericana.

Aspectos generales:

- Productos que comercializa:
 - Autos:
 1. Fiat Palio (2 modelos)
 - Repuestos: Distribuidor de repuestos de todos los Fiat que se comercializan en Argentina.
- Cantidad de Empleados: 2.000.
- Producción promedio: 8.000 autos por mes, en 1 turno productivo.
- Superficie total: 820.000 m²
- Dividida en 3 Unidades Operativas: CHAPISTERIA / PINTURA / MONTAJE
- Certificado ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.
- Ganador del “Premio Nacional a la Calidad 2010”
- 4to lugar en el Ranking de las Mejores Empresas para Trabajar 2011 de GPTW
- **Visión:** estar entre los principales Players del Mercado y ser referencia de excelencia en Productos y Servicios
- **Misión:** desarrollar, producir y comercializar productos y servicios que los clientes prefieran comprar y tener orgullo de poseer, garantizando la creación de valor y la rentabilidad del negocio.

1.2 Organigrama de la Empresa

La organización está dividida en 7 Direcciones, gestionadas por la Dirección General, quien es la encargada de alinear a todas las áreas, para seguir con la visión y misión de la empresa.



Organigrama Dirección FCA Argentina (elaboración propia en base a la estructura de FCA)

1.3 Objetivos por Dirección

Dirección Industrial

- Cumplir con los programas productivos con el menor costo posible por área.

Dirección de Recursos Humanos

- Mantener y fortalecer el buen clima de trabajo.
- Lograr un equilibrio con el gremio.
- Definir planes de capacitación para las distintas áreas.

Dirección de Finanzas

- Flexibilidad para adaptarse a los cambios económicos de la región y particularmente del País.
- Apoyar proactivamente en el cumplimiento de objetivos de las otras Direcciones.

Dirección de Compras

- Nacionalización de las piezas para la producción de los automotores.
- Reducir costos.
- En cuanto a las importaciones, adelantarse a comprar las piezas para no tener faltantes durante la producción.

Dirección Comercial

- Generación de planes de venta para vender autos con un fuerte enfoque en los servicios de post-venta.
- Generar una estrategia de ventas para repuestos.
- Aumentar cuota de mercado.

Dirección de Calidad

- Exigirles a los proveedores que cumplan con las normativas de calidad de la empresa.
- No más de 134 quejas cada 1.000 autos.

Dirección de ICT

- Centralizar todos los sistemas de comunicación existentes y futuros en una única plataforma de monitoreo y control para tener un seguimiento proactivo de los mismo, y poder anticiparse a las fallas antes de que ocurran.

Dirección General

- Definir y asegurar la implementación de la estrategia corporativa de Fiat Auto Argentina a través de la coordinación de las distintas direcciones que integran la estructura, en coherencia con: la visión del Grupo Fiat en general y de Fiat Auto Argentina en particular, los objetivos del negocio (actuales, de mediano y de largo plazo) y las políticas organizacionales del Grupo Fiat.

1.4 Reseña Histórica

En el año 2015, Fiat cumplió 96 años en la Argentina. Esta larga presencia en el país la ha convertido en una marca ligada a la vida de los argentinos, con una amplia gama de productos que apuntan a satisfacer las necesidades de movilidad de vastos sectores del mercado. A casi un siglo de su creación, hoy la empresa goza de un alto y sostenido grado de reconocimiento por su solidez, confiabilidad, rendimiento y economía.

La primera sociedad legal de Fiat en Argentina fue constituida en 1919. Hoy la sociedad es FCA Automobiles Argentina S.A. fruto de la unión entre Fiat y Chrysler.

La renovación y ampliación de su gama de productos operada en los últimos años, sumadas a la introducción de tecnologías innovadoras (Motor diesel MultiJet, tecnología *MultiAir*, sistema *Eco:Drive*, caja de cambios *Dualogic*) y equipamientos novedosos (*Bluetooth*, diferencial autoblocante *Locker* para su gama *Adventure*, entre otros), han permitido ampliar la cobertura de mercado y mejorar la imagen de la marca, asociada con la oferta de este tipo de productos aspiracionales y de avanzada.

La fabricación de autos Fiat en la Argentina comenzó en el año 1960, en la provincia de Buenos Aires. En el año 1996 se inició una segunda etapa y, tras una inversión de U\$S 600 millones, se inauguró la planta de Córdoba.

En el año 2007 se aumentó la capacidad productiva a 220.000 unidades/año, para retomar la producción de la cuarta generación del modelo con el que nació la planta cordobesa: el Fiat Siena. Actualmente, en Ferreyra se producen 400 unidades diarias. En el año 2009 se superó el hito de 2.000.000 de unidades fabricadas en el país y en el año 2012, se terminaron de adecuar las líneas para comenzar a producir una nueva plataforma: el Nuevo Palio. Ahora en el año 2016 la compañía anunció un ambicioso plan de inversión de US\$ 500 millones para producir por primera vez un vehículo con una plataforma global y que solo se fabricará en la Argentina.

Para Fiat, el desarrollo de una empresa no es solamente una cuestión de tecnología o de recursos financieros. Es, en primer lugar, una cuestión de personas, de cultura, de capacidad, de empeño permanente en la innovación, en el respeto a sus clientes y de integración responsable de su cadena de valor. De allí que recibió en el 2010, con gran satisfacción, el Premio Nacional a la Calidad, luego de aplicar en su gestión cotidiana el Modelo para una Gestión Empresarial de Excelencia. Esta distinción la convirtió en referente de la excelencia en su rubro, ya que fue la primera empresa automotriz en obtener este premio nacional. También en el año 2011 obtuvo el cuarto lugar en el ranking *Great Place to Work*, convirtiéndose también en la primera automotriz del país en ingresar en tan prestigioso ranking que mide el clima organizacional.

FCA cuenta con las más reconocidas certificaciones de calidad internacionales e implementa los principios de *World Class Manufacturing* (WCM), alcanzando el Bronce a finales del año 2014. Esta metodología se encuadra en el marco del Plan de Sustentabilidad de FCA a nivel mundial, la cual establece premisas precisas sobre la gestión responsable en lo económico, social y ambiental.

II. FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA ELEGIDO

El tema de tesis elegido es la búsqueda de alternativas tecnológicas en la aplicación base del proceso de pintado para la fabricación de un automóvil. Este proyecto de inversión es original, ya que se busca analizar distintas opciones tecnológicas para el proceso de pintado en la industria automotriz en un país como Argentina donde las empresas cuentan con máquinas que utilizan un sistema tecnológico obsoleto, que en un futuro van a requerir de un cambio; es factible de estudiar porque todos los nuevos desarrollos de plantas automotrices del primer mundo, están implementando innovaciones tecnológicas, por lo que se cuenta con material de estudio e información para el análisis; por último tiene un gran impacto de interés a nivel general para el

rubro automotriz en Argentina, y particularmente para la empresa FCA Argentina, para la obtención de una ventaja competitiva estratégica respecto al resto de la industria, en un mercado tan competitivo.

2.1 Antecedentes del Tema

El desarrollo del siguiente trabajo se da en un contexto del rubro automotriz, donde Argentina tiene muy avanzada esta industria y es uno de los principales polos productivos de Latinoamérica.

La propuesta es realizar un trabajo de investigación exploratorio para ofrecer alternativas tecnológicas que sirvan como estrategia para la empresa (aumentar las ventajas competitivas). Por ello es muy importante enfocarse en los beneficios, y sobre todo la parte económica, evaluando que el proyecto será presentado en el cuerpo directivo tanto de Argentina, Brasil e Italia (dentro del grupo Fiat). No se dejará de lado la parte técnica, ya que haciendo una planificación de todas las actividades, y analizando técnicamente las distintas opciones, se puede lograr mejores resultados.

Además se aprovechará el estudio para determinar las alternativas financieras que puede acceder la empresa, pensado en parte como accionista de la compañía, y no solo desde el punto de vista de un colaborador.

2.2 Estado Actual del Tema

El contexto donde tiene aplicación el proyecto de inversión planteado, juega un rol muy importante en Argentina, siendo un país con alto potencial para la fabricación de autos. El principal mercado del rubro es Brasil, siendo también el principal productor del rubro de América, por lo que además es un riesgo competitivo muy grande. Analizando la situación, hoy en día es indispensable para las empresas contar con ventajas competitivas, que sean reflejadas en la calidad del producto, productividad, análisis de costos, flexibilidad productiva, desarrollo de nuevos modelos.

2.3 Proceso de Pintado

Este proceso se desarrolla dentro de la Unidad Operativa de Pintura, donde los autos (que en esta parte del proceso se denominan “carrocerías”) pasan por 3 etapas principales:

Primera etapa

Pretratamiento: consiste en una serie de baños químicos que cumplen la función de limpiar la carrocería (restos de aceite, virutas, etc) y fosfatizar la superficie y prepararla para la siguiente etapa. Este proceso es fundamental para alcanzar la calidad del producto.

Cataforesis: es un método de pintura donde se utiliza corriente eléctrica para la deposición de pintura. Este proceso se denomina “electrodeposición”, y le brinda a la carrocería una excelente resistencia a la corrosión. Posteriormente se debe curar la cataforesis a través de un horno, con temperaturas de 180 °C.

Segunda etapa

Sellado: en este proceso se sellan todas las uniones entre la chapa. Es muy importante para evitar la infiltración de agua, y la corrosión en aquellas zonas de unión.

Fondo: es necesario la aplicación de un *primer* para lograr alcanzar una mejor terminación de pintado (mejor acabado). Al igual que la cataforesis, el fondo se cura en un horno a temperatura de 170 °C.

Tercera etapa

Aplicación base: es el proceso de pintado que le da al auto el color final. Se aplica tanto en el interno como el externo; la parte interna puede ser aplicada en forma manual o automática. De lo contrario, la aplicación externa debe ser en forma automática, debido a la complejidad del proceso.

Aplicación clear: posterior al pintado de base, se aplica una capa de transparente, que le da brillo a la carrocería (*clear*), con la misma metodología

de pintado que la base. Luego de la aplicación, la pintura es curada en un horno a temperaturas de 160 °C.

2.4 Proceso de Aplicación Base Unidad Pintura Fiat

Es la etapa más compleja y crítica del proceso de pintura, ya que le da al producto su terminación final. Cualquier irregularidad que se presente, será percibido por el cliente final (consumidores), no logrando los objetivos de calidad deseados. Este punto es muy importante, pudiendo disminuir el market share de la empresa.

El proceso de aplicación base cuenta con 4 etapas:

1. Limpieza superficial e identificación del color y modelo a pintar (manual)
2. Pintado interno (manual)
3. Pintado externo automático
4. Terminación de algunas zonas externas y repaso de partes internas (manual)

A continuación se muestra un esquema del proceso:

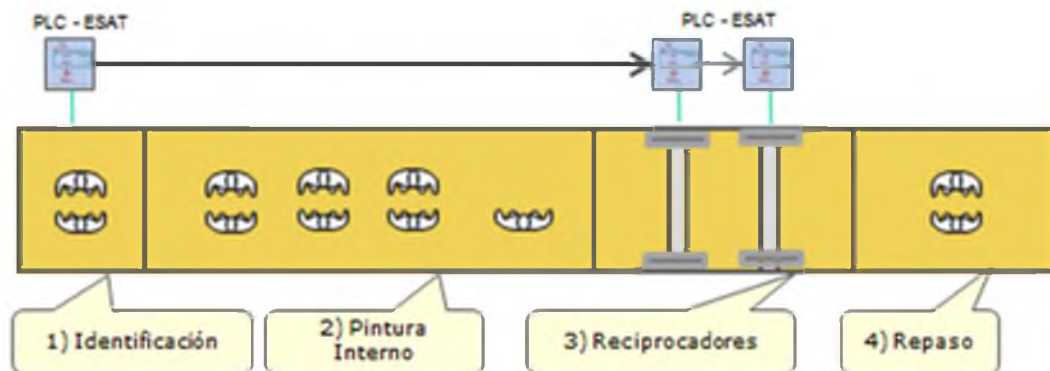


Ilustración cabina de aplicación base, Unidad de Pintura FCA Argentina
(elaboración propia en base a layout Unidad Pintura FCA)

Como se puede ver en el esquema en total trabajan en el proceso 11 personas. En la actualidad se pintan 14 colores diferentes, de los cuales 5 son sólidos y 9 metalizados, todos con base solvente.

Haciendo foco al pintado externo (que es la parte más crítica), la empresa cuenta con un automatismo denominado “reciprocador”, que fue instalado en el año 1996, el cual son brazos mecánicos que trabajan en 3 ejes de movimiento.

El proceso de aplicación de pintura externa se realiza en 2 manos, tanto para los colores metalizados (poseen partículas de aluminio) como los pasteles (pintura con mayor porcentaje de sólidos), dejando un tiempo de oreo de 90 segundos entre la primera y segunda mano (es necesario para que se evapore solvente y para la orientación de aluminios en colores metalizados). El sistema tecnológico de pintado que utiliza el automatismo es del tipo neumático para ambas manos (*gun-gun*), donde se utiliza alta presión de aire para el pintado, y la pintura se deposita por distinta polaridad hacia el sustrato. Las características que posee el automatismo actual son:

- Eficiencia de transferencia de pintura del 35%, es decir que por cada litro de pintura que se eroga solo el 35% se deposita sobre el auto, y el resto se desperdicia.
- Por cada cambio de color que se requiera, el automatismo debe limpiar las pistolas con solvente, perdiendo un espacio debido al elevado tiempo ciclo para realizar el cambio.
- Tiene una capacidad máxima de pintado de 40 vehículos/hora.
- La Eficiencia Global del Equipamiento (OEE) es del 85%, es decir que la máquina pinta en forma eficiente el 85% del total de los autos impostados.
- Posee 2 brazos mecánicos con 4 pistolas que pintan la parte horizontal, y 4 brazos mecánicos con 8 pistolas para la parte vertical.
- Una vez por turno se deben limpiar todos los aplicadores de las pistolas con solvente, demandando un tiempo de 12 minutos.

- El automatismo tiene un sistema de movimiento de 3 ejes, no pudiendo pintar las zonas de los filos y algunas zonas curvas, por lo que se debe pintar en forma manual.
- Se debe completar algunas zonas externas (filos, zócalos) en forma manual, debido a que el automatismo no llega en dichas zonas.

En la actualidad hay distintos desarrollos tecnológicos de pintado, por lo que se deberá analizar cada uno de ellos, para proponer la mejor opción a la empresa. Los distintos sistemas tecnológicos, serán la base de estudio del proyecto, analizando beneficios y costos, que se desarrollará en los próximos capítulo del estudio.

2.5 Planteo del Problema

El sistema actual de pintado requiere un elevado costo de funcionamiento, principalmente por el alto consumo de pintura debido a la baja eficiencia de transferencia, por lo que se genera mucho desperdicio que debe ser gestionado como residuo peligroso (que también tiene un costo significativo), elevado consumo de solvente para limpieza, horas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, pérdidas de producción debido a rotura de la máquina, alto impacto en la contaminación ambiental, problemas de calidad que requiere de mano de obra para reparaciones.

En el proceso de pintado se realizan lotes de color de aproximadamente 15 autos, para optimizar la producción; debido a estos cambios color, y con la producción actual, se pierde un promedio de 30 espacios por día, lo que significa tener que recuperar esa producción en horas extra.

Si bien se tiene un costo elevado para realizar el mantenimiento, es muy importante resaltar que varios de los componentes del automatismo (tanto neumáticos, mecánicos como electrónicos) son obsoletos, lo cual significa un riesgo potencial de que se produzca una rotura, donde no se pueda conseguir rápidamente una alternativa de reposición, y se deba realizar el pintado en

forma manual, teniendo una gran pérdida de producción, calidad y mano de obra.

Debido a esta situación, se puede plantear algunas preguntas de investigación:

- ¿Con los automatismos actuales no estamos limitados para pintar diferentes modelos?
- ¿Qué tipo de tecnología se utilizan en las plantas de primer nivel?
- ¿Realmente se justifica el gasto de inversión en dicha tecnología?
- ¿Cómo se demuestra a la empresa Fiat Auto para que invierta en un cambio tecnológico?
- ¿Es realmente significativo el cambio en cuanto a calidad, impacto ambiental y aspectos económicos de instalar una nueva tecnología?
- ¿Un cambio tecnológico significa una ventaja competitiva?
- ¿Podemos lograr aumentar la satisfacción del cliente con este tipo de tecnología? ¿Hay posibilidad de incrementar el market share?
- ¿En caso de que se decida invertir en un cambio tecnológico, cuál es la mejor opción?

El proyecto surge de aprovechar una oportunidad para afrontar una necesidad futura próxima que va a sufrir la empresa, reflejado en una potencial pérdida de competitividad.

2.6 Alcance y Limitaciones de la Propuesta

Se puede decir que el trabajo tendrá un alcance exploratorio y correlacional, ya que entran en juego muchas variables de análisis: definición de variables de medición de rendimiento, que sean aplicables para comparar la situación actual con la propuesta, situación macroeconómica y políticas del país donde se encuentra la empresa.

El beneficiario principal del proyecto es la empresa FCA Argentina en una primera instancia, y posterior se puede plantear el mismo para cualquier industria del rubro, o del mismo grupo.

Las limitaciones que se deben considerar a la hora del estudio son:

- **Políticas económicas del país:** esta tendencia es muy importante a la hora de tomar una decisión de una empresa multinacional para realizar una inversión y proyección a futuro. Debemos analizar la situación económica del país, devaluación, cepo cambiario, etc. Estos parámetros son importantes y permite a la empresa realizar una comparación de costos de fabricación en sus diferentes plantas, y de esta forma tomar decisiones estratégicas.
- **Globalización:** para presentar el proyecto de inversión, se debe analizar un contexto mundial, esto es estudiar todas las alternativas tecnológicas que se están utilizando y las nuevas tendencias, para que la propuesta del estudio sea con visión a largo plazo (por ejemplo no elegir una opción que su vida útil sea de corto plazo por obsolescencia de tecnología).
- **Demanda del producto:** debemos analizar la tendencia de la demanda, basado en datos históricos, para definir algunos criterios que impactarán directamente al proyecto de inversión; por ejemplo la cantidad de autos producidos en 1 año, para realizar un análisis de costo beneficio.
- **Restricciones políticas:** es importante conocer si hay algún tipo de restricción relacionado con el tema de importaciones/exportaciones, pagos en el exterior, para tener en cuenta a la hora buscar distintas alternativas de productos (nacionales, impuestos en caso de exportar materiales, etc).
- **Restricciones legales:** estudiar si existe algún tipo de restricción legal, relacionado con el medioambiente; por ej. indicadores de impacto ambiental, tratamiento de residuos peligrosos, restricción de pinturas a base de solventes, analizar posibilidad de pintura a base acuosa, etc.
- **Situación inflacionaria:** es muy importante para determinar la estrategia financiera para analizar distintas alternativas de financiación.

2.7 Aportes Teóricos y/o Prácticos al Campo Disciplinar

Para el estudio y análisis de alternativas tecnológicas se realizará *benchmarking* con plantas del mismo grupo, para acceder a información sobre costos y beneficios donde se hayan presentado propuestas similares de cambios tecnológicos (por ejemplo en el año 2014 la planta de Fiat Brasil, instaló 35 Robot para el pintado externo, con una tecnología *bell-bell*; en 2013 Fiat Italia, incorporó 14 Robot para el pintado interno con una tecnología de pintura al agua).

Se definen una serie de indicadores que ayude a comprender las ventajas de la propuesta, en comparación con los resultados obtenidos actualmente en la empresa:

- ✓ OEE
- ✓ eficiencia técnica
- ✓ emanación de compuestos orgánicos volátiles (VOC)
- ✓ generación de barros de pintura
- ✓ consumo de pintura
- ✓ consumo de solvente
- ✓ tiempo ciclo
- ✓ capacidad productiva, como un costo de oportunidad

2.8 Objetivos del Trabajo

Se puede plantear como objetivo general formular y evaluar un proyecto de inversión en el sistema de pintado de Fiat Auto Argentina. Este proyecto de inversión es del tipo reemplazo, ya que hace referencia a la *“renovación de activos que pueden o no implicar cambios en algunos costos, pero no en los ingresos ni el nivel de operación de la empresa”* (Sapag Chain, 2007, p. 21)

En lo que respecta a los objetivos específicos del proyecto, se pueden mencionar:

- Describir el proyecto de inversión, presentando resultados económico-financieros de una o más alternativas tecnológicas para la optimización del proceso de pintado.
- Definir indicadores que reflejen todos los aspectos de mejora para invertir en el proyecto de estudio.
- Encarar el proyecto bajo la metodología del *Early Equipment Management* (EEM) del sistema integral *World Class Manufacturing* (WCM), la cual es el principio básico de trabajo de la empresa.

2.9 Metodología y Plan de Actividades

Para realizar este proyecto utilizaremos la metodología de investigación exploratoria y correlacional; el tipo exploratorio permitirá que una vez que se describa y explique la situación actual, tendencias, problemas, oportunidades, se deberá explorar distintas alternativas, por un lado técnicas respecto a alternativas tecnológicas, y por el otro económica - financiera para afrontar la inversión y retorno del proyecto. La característica correlacional es debido a que se deben tener en cuenta muchas variables de análisis, tanto internas a la empresa, como macro del entorno donde está inmersa.

Para cumplir con los objetivos del proyecto se define un plan de actividades, con su respectivo cronograma, la cual es indispensable respetar para que el proyecto sea presentado a Fiat Auto en tiempo y forma.

Algunas de las actividades pueden llevarse a cabo en paralelo, y muchas de ellas esperar a que se concluya una anterior. Es muy importante el orden de las mismas, para seguir la coherencia del estudio. Por ello tenemos:

1. Definición del tema
2. Presentación entrega inicial proyecto
3. Búsqueda de bibliografía
4. Descripción técnica del proceso actual
5. Análisis de alternativas tecnológicas innovadoras
6. Definición de indicadores para comparar situación inicial vs proyecto
7. Definición del proyecto de inversión

8. Analizar resultados económicos-financieros del estudio
9. Definir estrategia financiera de inversión
10. Plan de acción
11. Conclusiones
12. Presentación del borrador
13. Corrección final
14. Presentación del trabajo final

III. MARCO TEORICO

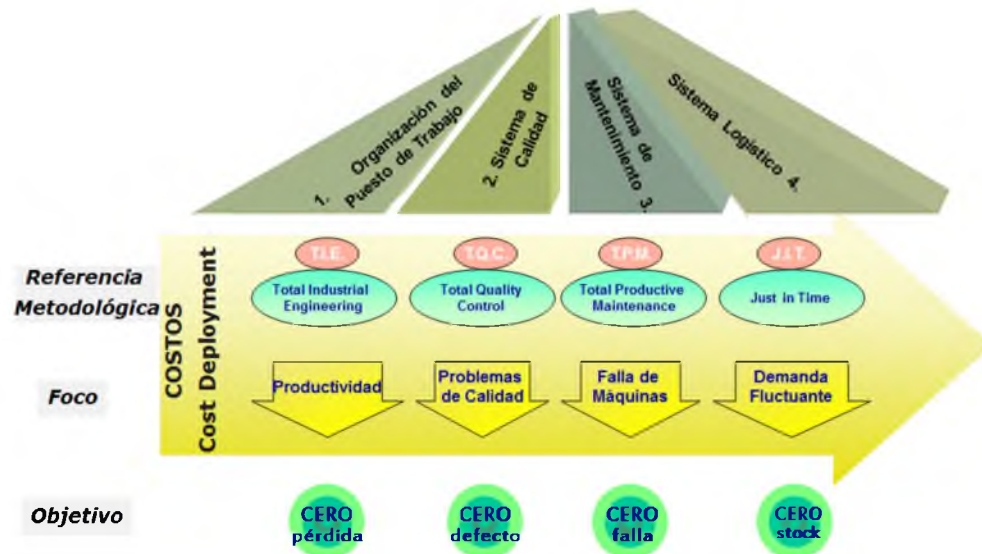
3.1 World Class Manufacturing (WCM)

WCM es un sistema integral para la mejora de la productividad, reducción de las averías y mejoras de calidad, mediante la participación de todos los empleados en la eliminación de recursos y tiempos desperdiciados causados por rendimiento y fiabilidad de funcionamiento por debajo de los estándares de los sistemas de producción. *“El poder de WCM proviene del involucramiento de equipos de empleados”*. (Yamashina, 2004, p. 27).

“El WCM es un Sistema de producción estructurado que promueve mejoras sistemáticas y duraderas, orientado a atacar todo tipo de pérdidas y desperdicios (incluyendo lesiones y contaminación), aplicando métodos y estándares con rigor y con la participación de todos. Se inspira en conceptos de TQM (Total Quality Management – Gestión de la calidad total), que está formado por el TQC (Total Quality Control – Control de calidad total), el JIT (Just in Time – Justo a tiempo), TPM (Total productive maintenance Mantenimiento productivo total) y TIE (Total industrial engineering – Ingeniería industrial total), y se refina constantemente mediante la evaluación comparativa con los mejores competidores. Abarca toda la organización de la fábrica a partir de la salud y seguridad, con la participación del sistema de calidad, sistema de mantenimiento y organización del puesto de trabajo y de la logística. Todas las actividades del WCM están permanentemente orientadas por el CD (Cost

Deployment - Desdoblamiento de Costos), que establece un programa de reducción de costos basado en la investigación científica y sistemática de los distintos tipos de pérdidas y desperdicios". (World Class Manufacturing Association, 2013, p.12).

El siguiente gráfico muestra la integración de estos conceptos



Integración de las distintas metodologías con foco en los objetivos (Yamashina, 2015, p.1)

WCM es un programa utilizado por muchas organizaciones de diferentes sectores en todo el mundo:

Algunas empresas que adoptan esta metodología de trabajo son:

- Fiat Group
- Royal Mail
- Volvo
- Ariston Thermo Group
- Sistema Poland
- Tarkett
- Elica

El CEO Sergio Marchione del Grupo Fiat, resume: *“nuestro desafío, para mantener la competitividad en el mercado, es alcanzar la excelencia. Es por eso que estamos trabajando para llegar a ser una empresa World Class Manufacturing - WCM, lo que significa reunir las mejores prácticas del sector para lograr una producción de clase mundial. El nombre puede parecer complicado, pero se trata sólo de mejorar la rutina diaria mediante la búsqueda de las mejores prácticas. En español WCM significa Producción de Clase Mundial. En Fiat, la base del trabajo del WCM es un conjunto de metodologías que permiten que la empresa mejore su desarrollo operativo. Su estructura se basa en pilares técnicos y gerenciales”*.

3.2 Misión

El sistema de producción y el Grupo Fiat Automóviles se han fijado el objetivo de desarrollar la aplicación del sistema operativo a un nivel de excelencia para alcanzar la competitividad de clase mundial.

Este objetivo sólo se podrá alcanzar desarrollando las competencias de cada colaborador y de una organización capaz de:

- combatir los desperdicios y pérdidas de cualquier tipo
- involucrar todas las personas que operan en cualquier nivel de la organización
- aplicar con rigor las metodologías y los instrumentos
- difundir y estandarizar los resultados alcanzados

3.3 Bases del WCM

La metodología se basa en algunos principios importantes, desafiantes:

- Compromiso de la Dirección en la consecución de los objetivos.
- Involucramiento de las personas en todos los niveles de la compañía.
- Comunicación fluida desde la alta dirección al piso de planta y viceversa.
- Medición de los indicadores para cuantificar los problemas identificados.

- Despliegue claro desde la identificación del problema hasta el plan.
- Implementación de soluciones adecuadas por las personas adecuadas.
- Estandarización de resultados para evitar reaparición del problema.
- Documentación de las acciones para creación de conocimiento.

El método está soportado en el uso de diez pilares gerenciales y diez técnicos, y se evalúa mediante auditorías externas. Las auditorías WCM verifican el nivel de excelencia de todo el ciclo logístico – productivo, referido a las metodologías aplicadas y a los desempeños alcanzados por las mejores empresas mundiales. Especialistas externos certifican el nivel alcanzado por cada empresa, que se obtiene a través del perfeccionamiento continuo de todos los desempeños y del compromiso constante de todos los niveles de la empresa. El nivel WCM de una empresa puede estar entre 0 y 100, siendo las escalas:

- | | |
|-----------------------------------|-------------|
| - Bronce | ≥ 50 puntos |
| - Plata | ≥ 60 puntos |
| - Oro | ≥ 70 puntos |
| - <i>World Class Level</i> | ≥ 85 puntos |

Además existe una entidad denominada *World Class Manufacturing Association (WCMA)*, la cual se define como “*una asociación sin fines de lucro establecida con el objetivo de mejorar el desempeño de las plantas miembros, desarrollando e implementando las mejores prácticas de manufactura e incrementando la competitividad de los sistemas productivos adoptados por sus miembros, para su propio beneficio y el de los clientes*” (World Class Manufacturing Association, 2013, p.1).

3.4 Pilares Gerenciales

Tienen como objetivo garantizar las condiciones gerenciales necesarias para la implementación del método en el piso de la planta:

- Compromiso de gestión.

- Claridad de objetivos.
- Mapa de ruta hacia el WCM.
- Asignación de las personas adecuadas.
- Compromiso de la organización.
- Competencia de la organización.
- Tiempo y presupuesto.
- Nivel de detalle.
- Nivel de expansión.
- Motivación de los operadores.

3.5 Pilares Técnicos

Estos pilares desarrollan actividades orientadas a la eliminación de algún tipo de pérdida específico (Yamashina, 2015, p.11-47):

3.5.1 Seguridad

Misión: satisfacer las exigencias y necesidades de los operarios, asegurando el mejoramiento continuo de la seguridad en el puesto de trabajo.

Objetivo:

- + Alcanzar cero accidentes.
- + Desarrollar la cultura de la prevención en lo que se refiere a seguridad.
- + Mejorar continuamente la ergonomía del puesto de trabajo.
- + Desarrollar las competencias profesionales específicas.

3.5.2 Desdoblamiento de costos

Misión: poder desarrollar un plan de mejoramiento eficaz que combata, con la máxima energía y con las mejores metodologías, las causas de pérdidas más importantes y que presentan las mayores potencialidades.

Objetivo:

- ✚ Identificar de manera científica y sistemática, los principales ítems de pérdidas presentes en el sistema productivo-logístico del establecimiento.
- ✚ Cuantificar los beneficios económicos potenciales y esperados.
- ✚ Dirigir los recursos y el empeño de las personas hacia las actividades con las mayores potencialidades.

3.5.3 Mejora focalizada

Misión: eliminar los principales ítems de pérdida identificados a través del *Cost Deployment*, evitando utilizar esfuerzos y recursos para problemas que no son prioritarios.

Objetivo:

- ✚ Reducir drásticamente las pérdidas más importantes evidenciadas en el sistema productivo del establecimiento, eliminando las ineficiencias de los procesos.
- ✚ Eliminar las actividades sin valor agregado, con el objetivo de aumentar la competitividad del costo del producto.
- ✚ Desarrollar las competencias profesionales específicas de solución de problemas.

3.5.4 Actividades autónomas

Este pilar se divide en dos partes; por un lado tenemos al Mantenimiento autónomo, donde:

Misión: mejorar la eficiencia global del sistema productivo.

Objetivo:

- ✚ Frenar el deterioro acelerado, mediante la restauración y el mantenimiento de las condiciones de base de las máquinas.
- ✚ Comprometer a las personas con el mantenimiento de las máquinas.
- ✚ Desarrollar las competencias sobre el equipamiento.
- ✚ Colaboración entre usuarios y personal de mantenimiento.

Por el otro lado está la Organización del puesto de trabajo, donde:

Misión: mejorar la eficiencia y la productividad del sistema productivo.

Objetivo:

- ✚ Restaurar y mantener las condiciones de base de los puestos de trabajo.
- ✚ Implementar 5S en los puestos de trabajo.
- ✚ Eliminar las actividades sin valor agregado.
- ✚ Comprometer a las personas al desarrollo de las competencias sobre el producto o sobre el equipamiento.

3.5.5 Mantenimiento profesional

Misión: aumentar la eficiencia de las máquinas.

Objetivo:

- ✚ Aumentar el MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas).
- ✚ Reducir el MTTR (Tiempo Medio de Reparación) mediante el aumento de la competencia de los manutentores y el uso de técnicas de análisis de averías.
- ✚ Establecer una actividad sistemática de mantenimiento preventivo.
- ✚ Facilitar la colaboración entre usuarios y manutentores para alcanzar los objetivos del Mantenimiento Autónomo.

3.5.6 Control de calidad

Misión: asegurar productos de calidad para los clientes, minimizando los costos.

Objetivo:

- ✚ Disminuir los costos de pérdidas y retrabajos.
- ✚ Definir las condiciones de los sistemas productivos con el fin de impedir la aparición de no conformidades.
- ✚ Mantener las condiciones definidas para garantizar la conformidad en el tiempo.

- ✚ Aumentar las competencias de los operarios en la resolución de problemas de calidad.

3.5.7 Logística

Misión: crear condiciones de flujo fijo en el interior del establecimiento y con los proveedores.

Objetivo:

- ✚ Reducir de manera significativa los niveles de reservas.
- ✚ Nivelar los volúmenes y el mix de productos y aumentar la saturación de las líneas.
- ✚ Minimizar los movimientos internos, también mediante entregas directas de los proveedores a la línea de montaje.
- ✚ Integrar las redes de venta, producción y compras.

3.5.8 Medio ambiente y energía

Misión: satisfacer las exigencias de los operarios y de la sociedad civil, asegurando una correcta gestión ambiental.

Objetivo:

- ✚ Respetar las exigencias y las normas de gestión ambiental.
- ✚ Desarrollar la cultura de la prevención ambiental.
- ✚ Mejorar continuamente las condiciones del ambiente de trabajo, aún yendo más allá de las obligaciones derivadas de las normas y leyes.
- ✚ Desarrollar las competencias profesionales específicas.

3.5.9 Desarrollo de las personas

Misión: asegurar, a través de un sistema estructurado de entrenamiento, las correctas competencias y habilidades para cada puesto de trabajo.

Objetivo:

- ✚ Estandarizar el sistema de evaluación y desarrollo de las competencias.

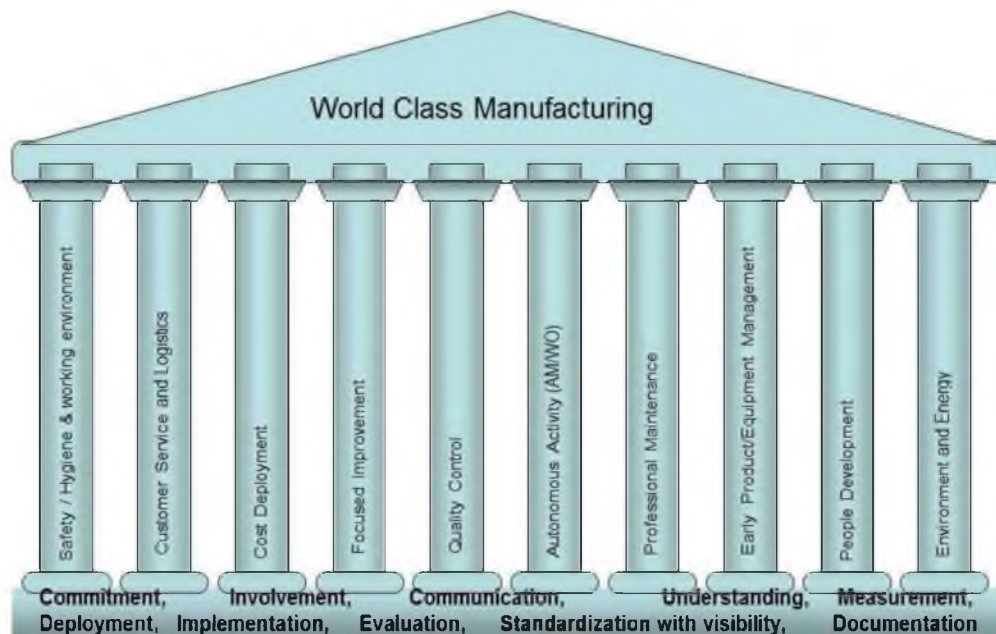
- ✚ Apoyar específicamente el aprendizaje de las competencias necesarias para el desarrollo de otras metodologías y proyectos de mejoras.
- ✚ Desarrollar los roles de manutentores, tecnólogos, socialista como principales agentes de capacitación.
- ✚ Documentar de forma simple y eficiente los conocimientos y las capacidades operacionales poseídas, desarrolladas y a desarrollar que serán difundidas y mantenidas.

3.5.10 Gestión temprana de equipos

La base de estudio de este proyecto es el pilar gestión temprana de equipos (EEM, del inglés *Early Equipment Managment*), por lo que este pilar será explicado con mayor detalle en el próximo paso.

El siguiente gráfico ilustra la base del WCM.

Temple of World Class Manufacturing



Pilares técnicos del *World Class Manufacturing* (Yamashina, 2015, p.2)

3.6 Pilar Gestión Temprana de Equipos

El pilar EEM contempla el estudio de todos los nuevos equipamientos de una empresa, con la idea de anticiparse a los problemas desde el inicio del proyecto.

Los problemas pueden ser tratados desde 3 enfoques:

Reactivo: una vez que el problema surge, se toman medidas correctivas.

Preventivo: analizando los problemas y detectando la causas-raíz, se toman contramedidas específicas para evitar la recurrencia de los mismos (aprender de la experiencia).

Proactivo: se analizan los potenciales riesgos para tomar las acciones apropiadas y anticiparse a nuevos potenciales problemas y mejorar los indicadores (el problema nunca ocurre).

La gestión de un proyecto complejo en el área de producción, presenta generalmente muchos problemas: dificultad de producción, complejidad en el mantenimiento, generación de defectos de calidad que requieren reparación, necesidad de especialistas para la puesta a punto, dificultad para alcanzar altos niveles de eficiencia y productividad, problemas de seguridad, entre otros.

Estos problemas generan un aumento de costos: de inversión inicial, de funcionamiento, mano de obra, mantenimiento, limpieza técnica, costos de reparación de la no calidad, pérdidas productivas por paradas de planta, modificación en los nuevos equipamientos.

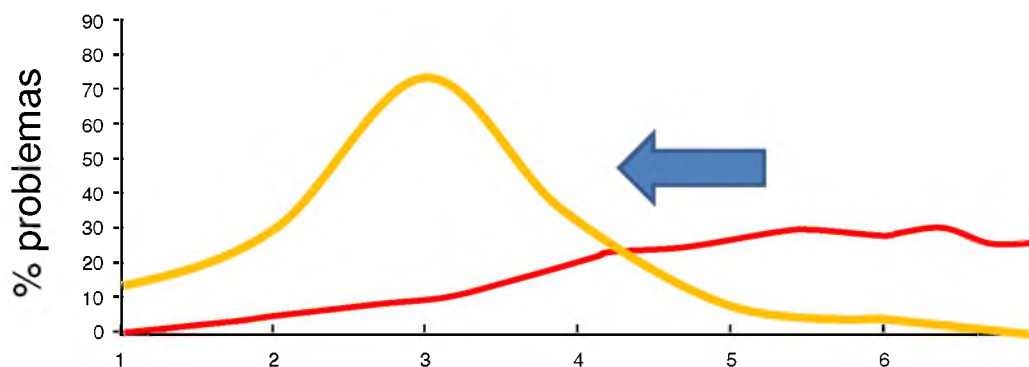
“La metodología EEM sigue una serie de pasos y utiliza distintas herramientas, que hace que la empresa sea más competitiva, no tanto del punto de vista de la innovación tecnológica, sino a la mejora continua a través de la capacidad de adelantarse a los problemas que pudieran existir (enfoque totalmente proactivo)”. (Yamashina, 2011, p.26):



7 pasos metodológicos del pilar EEM (Yamashina, 2015, p.43)

En un proyecto gestionado correctamente bajo la metodología, el 80% de los problemas son encontrados y atacados en los primeros 3 pasos; es decir antes que el equipamiento sea fabricado, lo que significa un costo menor para alguna modificación técnica. Esto se logra con la experiencia en la gestión de proyectos.

A modo de ejemplo, se puede graficar los problemas encontrados versus los pasos de la metodología:



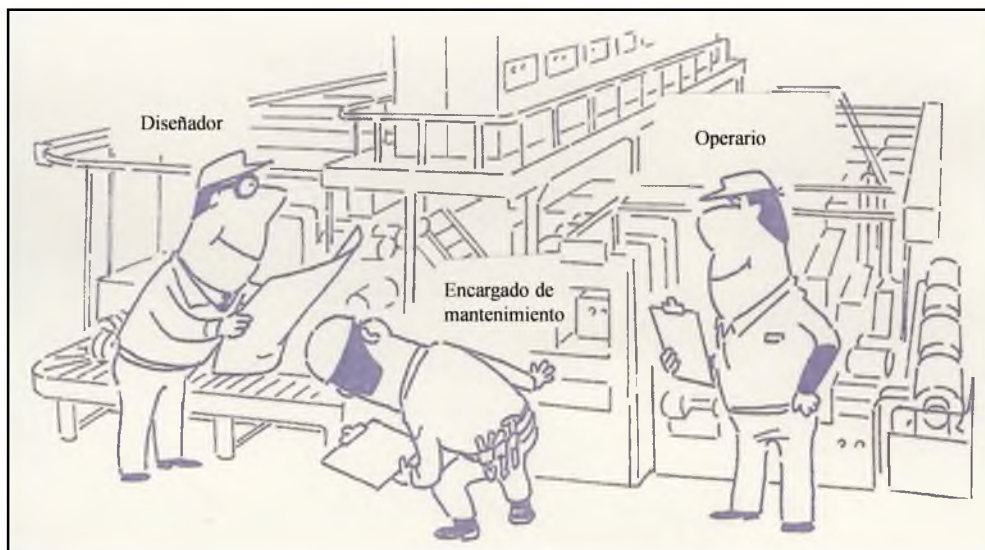
Representación gráfica de % problemas vs pasos del pilar EEM (Yamashina, 2015, p.44)

Donde la línea roja representaría la situación de un proyecto que no fue gestionado con la metodología, y la naranja un proyecto que se gestionó bajo el EEM, y se alimentó de experiencias anteriores.

3.6.1 Visión

Crear sinergia entre las áreas de producción, ingeniería, tecnología, mantenimiento, seguridad y ambiente, para asegurar que los nuevos equipamientos tengan cero problemas desde el arranque productivo.

En el siguiente gráfico se puede ilustrar el concepto de la integración:



Integración de distintos roles bajo el concepto del pilar EEM (Yamashina, 2011, p.5)

3.6.2 Objetivo

- Alcanzar un arranque vertical para los nuevos equipamientos.
- Eliminar defectos de calidad desde el diseño del proyecto.
- No tener ningún tipo de pérdida en la fase de instalación, puesta a punto y mantenimiento de los equipamientos.
- Reducir los costos de operación.
- Alcanzar cero condiciones inseguras y minimizar los impactos ambientales, en el funcionamiento de los nuevos equipamientos.

- Flexibilizar el proceso, permitiendo la producción de más de un modelo en la misma línea productiva.

3.7 Desarrollo de los 7 Pasos del EEM

Es importante entender la lógica y el desarrollo de cada uno de los pasos, para poder gestionar de manera óptima un proyecto; saber cuándo y cómo completar y finalizar un paso, para poder continuar al siguiente.

Cada uno consta de una serie de actividades e implementa distintas herramientas que ayudan a cumplir con el objetivo.

3.7.1 Paso 1: Planeamiento

Es la etapa inicial con la que se empieza a gestionar un proyecto.

3.7.1.1 Necesidad del Proyecto

El punto de partida de un proyecto en una industria automotriz que requiera de nuevos equipamientos, puede ser por distintas causas o necesidades:

- Necesidad de mercado: desarrollo de un nuevo modelos de auto, restructuración de las líneas para el aumento de capacidad productiva, modificación de producto, etc.
- Aprovechar una oportunidad: cambio del proceso y/o producto para incrementar el market share.
- Cuestiones técnicas: recambio tecnológico por obsolescencia de equipamiento, discontinuidad de repuestos.
- Reducción de costos: innovación tecnológica, búsqueda de distintas opciones tecnológicas, metodologías de trabajo.
- Mejora de indicadores de calidad: cambios de equipos que garanticen un proceso donde se logre un producto con mejor calidad.
- Restricciones legales: cambio en las normas que requieran estándares más exigentes (ambientales, de seguridad).

3.7.1.2 Clasificación de Proyecto

La clasificación de un proyecto se basa en la escala, complejidad y experiencia del mismo. Dependiendo de estas 3 variables, los proyectos pueden ser del tipo AA, A, B o C.

En el siguiente cuadro se resume la clasificación, en función de las variables:

Complejidad Experiencia Escala	Alta complejidad		Baja complejidad		Arranque vertical
	No	Si	No	Si	
10 MEuro	AA	AA	A	B	2 semanas – 1 mes
1 – 10 MEuro	AA	A	B	C	1 – 2 semanas
0,5 – 1 MEuro	A	B	C	C	1 semana
0,1 – 0,5 MEuro	B	C	C	C	2 días

Clasificación de proyecto, basado en la experiencia, complejidad y escala
 (Yamashina, 2011, p.6)

Dependiendo de la categoría del proyecto es el tiempo óptimo de arranque vertical del mismo.

3.7.1.3 Formación del Equipo de Trabajo

Un equipo de trabajo está conformado por un líder e integrantes, que son los responsables de seguir paso a paso el proyecto. La elección no se realiza al azar, sino que se debe seguir una lógica.

“Los equipos pueden contar con un gran número de participantes o colaboradores. Existen diversas teorías respecto del número óptimo de integrantes que tienen en cuenta, entre otras cosas, la paridad de los equipos. Existen integrantes y colaboradores, siendo los primeros de permanencia regular dentro del equipo y los segundos tienen una participación puntual en el desarrollo del proyecto, y no se justifica su permanencia en el equipo. Suelen ser especialistas en un tema y en algunos casos hasta proveedores externos.”
(Francisco Gil, 1999, p.95-97)

La metodología cuenta con una herramienta que se denomina *radar chart*, que se utiliza para conformar un equipo de trabajo, poder definir las distintas competencias requeridas para un proyecto, y evaluar la capacidad de cada integrante del equipo, para analizar y conformar al mismo de la manera más eficiente.

3.7.1.4 Radar Chart

“Es una herramienta visual que contiene las competencias necesarias para realizar una actividad. Grafica las competencias técnicas y comportamentales, como así también las requeridas por los pilares WCM y los diferentes proyectos, tanto de forma individual como de equipo/área”.
(Yamashina, 2008, p.13):

Las competencias se evalúan en 3 niveles:

1. Nivel Requerido: se define el requerido para cada una de las competencias definidas para el proyecto. Este nivel puede y debe variar entre los integrantes del proyecto según el criterio de selección y conformación del equipo del proyecto (color rojo).
2. Nivel Inicial: es la primer evaluación al inicio del año/proyecto. Se congela el inicial para poder ver la evolución del actual y eliminación del GAP (color azul).
3. Nivel Actual: es el puntual del momento de evaluación. En el inicio del proyecto será idéntico al nivel Inicial (color amarillo).

El objetivo de esta herramienta es:

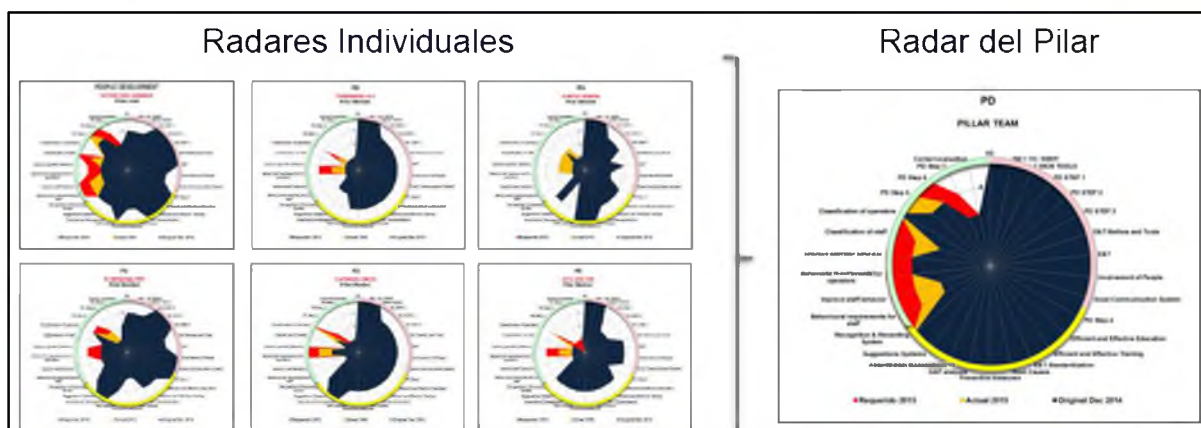
- Mostrar el “GAP” (brecha) entre las competencias requeridas y las actuales.
- Desarrollar plan de entrenamiento a partir del GAP identificado.
- Evaluar la evolución del conocimiento entre el nivel inicial y el actual.

La escala de evaluación tiene 5 niveles, como se muestra en el siguiente gráfico:



Criterios para evaluar los niveles de conocimiento (Yamashina, 2008, p.14)

El *radar chart* del equipo de trabajo se genera a partir de los valores máximos individuales. En ningún caso deben considerarse los valores promedios, ya que la lógica de confección responde a la conformación de un equipo donde lo relevante es tener al menos un integrante con el conocimiento requerido. Las competencias son las mismas para todos, pero los niveles de las mismas varían según cada integrante.



Ejemplo de *radar chart* (Yamashina, 2008, p.17)

3.7.1.5 Benchmarking

Antes de llevar a cabo la gestión de un proyecto, es muy importante tener parámetros de comparación, sea de empresas del mismo grupo, competidores, rubros similares o proveedores.

Hacer *benchmarking* para estudiar y profundizar sobre el proyecto deseado, nos facilita y ayuda a tomar decisiones más eficientes: mejor opción tecnológica, conocer sobre nuevas innovaciones, experiencias con distintos proveedores, cuestiones relacionadas al mantenimiento de nuevos equipos, calidad de las diferentes opciones u alternativas de proyectos, optimización productiva, reducción de costos, encontrar distintos problemas en las primeras etapas del proyecto.

3.7.1.6 Planificación de Actividades

Es el proceso para cuantificar el tiempo y los recursos necesarios para la gestión de un proyecto. La finalidad del planeamiento es crear un plan de proyecto para que el líder o gestor de proyectos pueda usar para acompañar el progreso de su equipo. *“Una vez que se define y organiza un proyecto, el equipo debe formular un plan que identifique el trabajo específico que debe lograrse y una programación para terminarlo.”* (Krajewski, 2013, p.53)

Se puede utilizar herramientas como un diagramas de Gantt para planear y subsecuentemente informar el progreso dentro del entorno del proyecto. Siguiendo a este paso, la duración para las distintas tareas necesarias para completar el trabajo son listadas y agrupadas en una estructura de descomposición del trabajo. Las dependencias lógicas entre tareas (algunas tareas necesitan ser terminadas antes que otras tareas puedan comenzar) son definidas usando un diagrama de actividad en red que permite la identificación del camino crítico; entonces los recursos pueden ser estimados y los costos para cada actividad pueden ser optimizados a fin de alcanzar un balance entre uso de recursos y duración total para cumplir con los objetivos del proyecto.

El planeamiento del proyecto no es algo para hacerse solamente una vez al comienzo del proyecto. Observar el progreso y actualizar adecuadamente el plan debe ser una tarea constante del líder.

“Una comprensión clara de la organización de un proyecto y la manera en que el personal trabajará en conjunto para completarlo son la clave del éxito.” (Krajewski, 2013, p.51),

3.7.2 Paso 2: Proyecto Conceptual Básico

3.7.2.1 Definición de Objetivos

Los objetivos son los valores cuantitativos que se desea que alcancen los indicadores conocidos como KPI (del inglés *Key Performance Indicators*). Esta etapa consiste en estimar los beneficios que se alcanzarán una vez finalizado el proyecto, y pueden servir para justificar la necesidad del mismo; se debe indicar los valores de la situación actual, para compararla con la propuesta.

Algunos ejemplos de KPI pueden ser:

- **Producción**
 - ✓ Eficiencia técnica
 - ✓ *Overall Equipment Efficiency* (OEE)

✓ *Ramp up*

- **Costos**

✓ *Inicial Cost (IC)*

✓ *Running Cost (RC)*

- **Calidad**

✓ CP/CPK

✓ Rechazo punta línea

✓ Garantía

- **Logística**

✓ Hora por vehículo (HPV)

✓ Distancia recorrida para abastecimiento de material

- **Seguridad**

✓ Número de incidentes

✓ Índice de prioridad y valorización de riesgo (IPVR)

✓ Clasificación de condiciones inseguras (aceptables, sustanciales, intolerables)

- **Mantenimiento**

✓ Hora por vehículo (HPV)

✓ Tiempo medio entre falla de máquinas

✓ Tiempo medio de reparación de falla

✓ % de stock de repuesto

Para fijar objetivos, debemos seguir la metodología SMART, la cual propone 5 características clave que ayudan a la definición y facilitar el cumplimiento de los mismos:

- *Specific* (Específicos): enunciar con claridad qué resultados se desean.
- *Measurable* (Medibles): debe responder a la pregunta ¿cuánto?.
- *Agreed* (Alcanzable/ambicioso): deben ser desafiantes pero no imposibles de lograr.

- *Realistic* (Relevante): deben ser realistas y alineados con la organización.
- *Time bound* (Definidas en el tiempo): se debe definir el inicio y final del periodo.

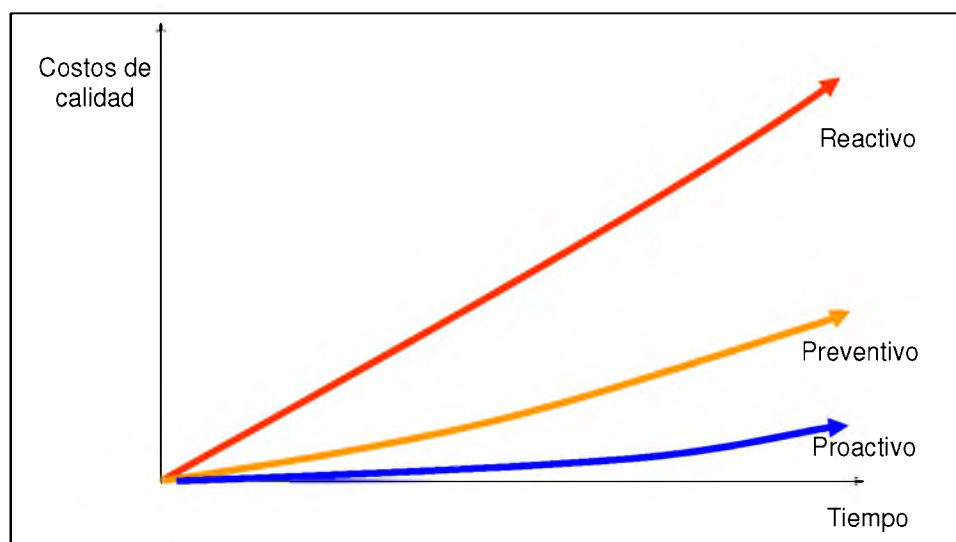
Según R. Keeney (1993), los objetivos deben ser completos, no redundantes, concisos, específicos y entendibles.

3.7.2.2 Utilización de Herramientas Preventivas de Calidad

Matriz QA: es una matriz de priorización que identifica los problemas crónicos de calidad, teniendo en cuenta criterios técnicos de priorización, como frecuencia de ocurrencia, severidad del efecto, costo de reparación y detectabilidad de los elementos más críticos. Se analizan las anomalías registradas en otras máquinas con el fin de trabajar preventivamente minimizando el impacto en la producción de los nuevos equipamientos.

FMEA del proceso: el Análisis de Modo de Falla y Efecto, (FMEA, por las siglas en inglés de *Failure Mode Analysis and Effects*), es una herramienta que ayuda a identificar los riesgos en el proceso para ser eliminados o reducidos.

En el siguiente gráfico se puede observar la relación de los costos por no calidad, dependiendo del enfoque en la utilización de estas herramientas:



Aplicación del pilar EEM en calidad (Yamashina, 2011, p.15)

3.7.2.3 Confección de las Especificaciones Técnicas

En este punto se diseñan las especificaciones técnicas correspondientes a los equipos que se requieran comprar, para que las mismas vayan al departamento de Compras, y puedan negociar con distintos proveedores o alternativas.

Las especificaciones técnicas deben ser lo más detalladas posibles, ya que son la base de descripción del proyecto; en este punto se debe especificar las necesidades de funcionamiento de los nuevos equipamientos, detallando la capacidad productiva, tiempo ciclo, horas de trabajo, rendimiento de las máquinas, eficiencia, turnos de trabajo, y todas las cuestiones de condiciones de trabajo, que ayuden a los proveedores a entender la necesidad para poder ofrecer alternativas tecnológicas.

Se debe tener en cuenta para la realización de las mismas, que los equipos que se compren sean flexibles a nuevas líneas productivas (por ejemplo para la industria automotriz, si se compra un equipamiento para la fabricación de un modelo de auto, debe ser flexible para producir nuevos modelos a futuro, o que las modificaciones de adaptación sean con un mínimo costo).

Existe un estándar de especificación técnica, según los requerimientos de la empresa, donde cada especificación técnica debe detallar los siguientes puntos:

1. OBJETIVO
 - 1.1. PLAZO DE ENTREGA
 - 1.2. PERIODO PARA REALIZACION DE LOS TRABAJOS
 - 1.3. VISITA A LA INSTALACION
 - 1.4. PROPUESTA TECNICA
2. DATOS TECNICOS
 - 2.1. LINEA DE PRODUCCION
 - 2.2. CONDICIONES GENERALES
 - 2.3. CARACTERISTICAS PARTICULARES
3. ALCANCE DEL SUMINISTRO
 - 3.1. DESCRIPCION GENERAL
4. CARACTERISTICAS TECNICAS GENERALES
 - 4.1. CARACTERISTICAS OPERACIONALES
 - 4.1.1. SOFTWARE
 - 4.2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPAMIENTO
 - 4.2.1. CAPACIDAD DE MÁQUINA Y CERTIFICADO
5. CONDICIONES GENERALES DE ENTREGA
 - 5.1. TRANSPORTE
 - 5.2. GARANTIA
 - 5.3. MATERIAL DE PRIMERA DOTACION

- 5.4.DOCUMENTACION TECNICA Y FORMACION
- 5.5.CUMPLIMIENTOS DE NORMATIVA FCA
- 5.6.GENERALIDADES
- 6. APROBACION DEL EQUIPAMIENTO
 - 6.1.INSTALACION
 - 6.2.FUNCIONAMIENTO CONFORME A NECESIDAD PRODUCTIVA
- 7. CONTACTOS FCA
 - 7.1.CONTACTOS TECNICOS
 - 7.2.CONTACTOS COMERCIALES
- 8. ANEXO SEGURIDAD
 - 8.1.REQUISITOS MÍNIMOS DE SALUD Y SEGURIDAD PARA LA ADQUISICIÓN DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y DISPOSITIVOS
 - 8.1.1. ELECTRICOS
 - 8.1.2. MECANICOS
 - 8.1.3. ERGONOMICOS
 - 8.1.4. RUIDO
 - 8.1.5. VIBRACIONES
 - 8.1.6. CARGA TERMICA
 - 8.1.7. CONTAMINACION AMBIENTAL
 - 8.1.8. QUIMICOS
 - 8.2.REQUISITOS MÍNIMOS DE SALUD Y SEGURIDAD PARA LA ADQUISICIÓN DE OBRAS CIVILES Y/O ELECTROMECAÑICAS
 - 8.2.1. COMPETENCIAS DE FCA
 - 8.2.2. OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS CONTRATISTAS EN LA PROVISION DEL PROYECTO, MATERIALES E INSTALACIONES
 - 8.2.3. OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS CONTRATISTAS EN LA EJECUCION DE TRABAJOS
 - 8.2.4. MAQUINAS, EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y UTILES
 - 8.2.5. OBLIGACIONES EN AREAS DE OBRAS
 - 8.2.6. OBLIGACIONES EN TRABAJOS EN ALTURA
 - 8.2.7. OBLIGACIONES EN REPARACIONES DE MAQUINAS
 - 8.2.8. OBLIGACIONES DE ELECTRICISTAS
 - 8.2.9. OBLIGACIONES PARA EL USO DE INFLAMABLES
 - 8.2.10. USO DE PRODUCTOS QUIMICOS Y/O TOXICOS
 - 8.2.11. OBLIGACIONES EN SOLDADURA
 - 8.2.12. EMERGENCIAS (incidentes ambientales ó personales)
 - 8.2.13. COMUNICACIONES Y REUNIONES INFORMATIVAS DE SEGURIDAD
- 9. ANEXOS DE ERGONOMIA Y WCM
 - 9.1. ERGONOMIA - Ver ANEXO CAPITOLATO GENERALE DI ERGONOMIA – Rev.00

3.7.2.4 Life Cycle Cost (LCC)

Se calcula como la suma del costo de diseño, fabricación, instalación y puesta a punto de los equipamientos (IC: *Initial Cost*), más el costo de operación y mantenimiento (RC: *Running Cost*).

Algunas consideraciones a tener en cuenta para el cálculo del LCC son:

- el RC se proyecta durante la vida útil del equipamiento
- se debe considerar una tasa de descuento para calcular el costo a precio actual

La fórmula del LCC es:

$$LCC = IC + RC \left[\frac{(1+i)^t - 1}{i(1+i)^t} \right]$$

Cálculo LCC (Yamashina, 2008, p.74)

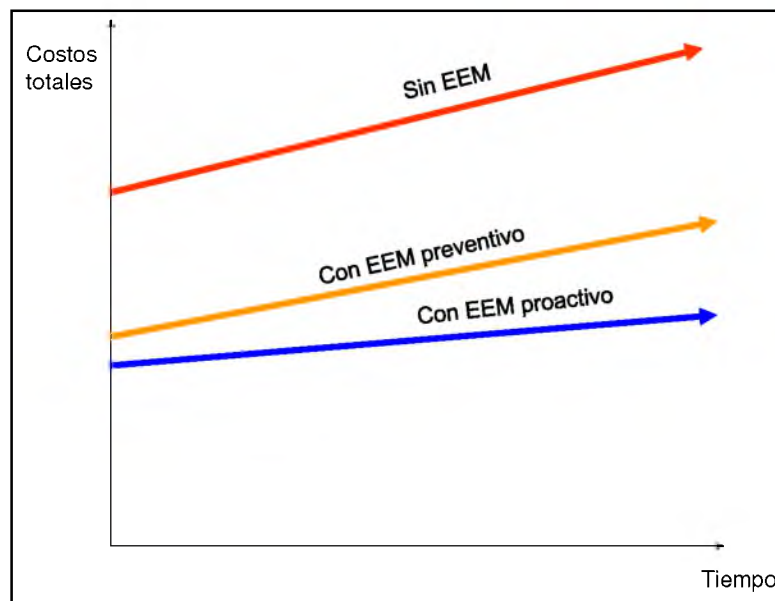
Donde:

i: tasa de descuento

t: tiempo de vida útil del equipamiento

El objetivo del LCC es poder hacer una correcta elección de las distintas alternativas tecnológicas y los distintos posibles proveedores para el proyecto, ya que no solo se considera el costo del equipamiento, sino también el costo de funcionamiento.

En el siguiente gráfico se puede observar la relación del LCC con la metodología EEM:



Aplicación del pilar EEM en los costos de un proyecto (Yamashina, 2011, p.14)

3.7.3 Paso 3: Proyecto Detallado

Esta es la etapa más compleja, ya que se debe analizar en detalle el diseño específico del equipamiento: funcionamiento, componentes, limitaciones, necesidad de mantenimiento, limpieza, etc.

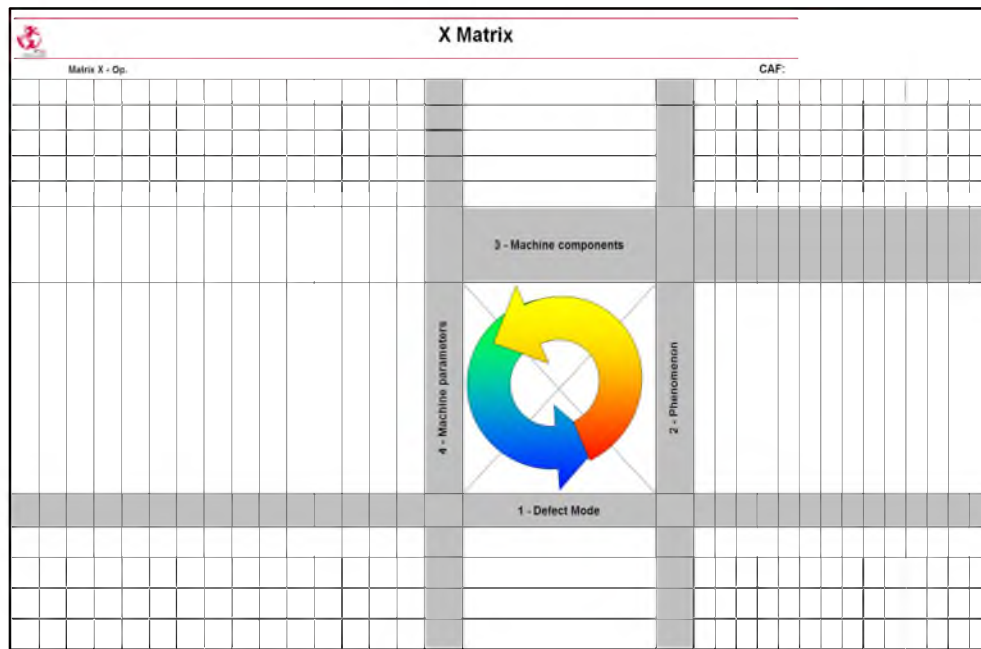
Es recomendable utilizar herramientas de simulación, para poder proyectar el funcionamiento del equipo, y analizar posibles fallas. Se debe tener en cuenta que hasta esta etapa, cualquier modificación que se tenga que realizar debido a algún problema encontrado, tiene un costo bajo ya que el equipamiento todavía no se fabricó.

3.7.3.1 Matriz X

“Es una herramienta para analizar relaciones entre defectos por operación (fenómenos) por componentes y por parámetros de máquinas. Se usa para conectar el fenómeno/defecto con las causas que lo generaron y los componentes del equipo que tienen un impacto en la calidad (siempre relacionado con parámetros operativos)”. (Yamashina, 2009, p.2):

Para cada componente se dan los parámetros a ser controlados con los valores estándar, incluyendo las posibles tolerancias que crean las condiciones correctas para cero defectos.

El resultado del análisis se usa para definir los parámetros de máquinas ideales para sostener las condiciones de cero defectos.



Formato matriz X (Yamashina, 2009, p.7)

Donde tenemos:

- 1) Modo de defecto: es el nombre del posible defecto. Si hay involucradas múltiples dimensiones, cada una debería ser enumerada por separado. El modo defecto no es la causa raíz.
- 2) Fenómeno: identificar el fenómeno en el proceso, por ej. cómo es el comportamiento del proceso después de generar la falla en el producto. Los fenómenos deberían incluir la dimensión, por ej no temperatura, pero sí alta temperatura.
- 3) Componentes: indicar la correlación entre la característica/fase del proceso y los componentes de la máquina que están influenciados.
- 4) Parámetros: escribir los parámetros de los componentes que crean condiciones apropiadas para cero defectos en la máquina. Idealmente estos son parámetros con tolerancias y especificaciones.

3.7.3.2 Matriz QM

“La matriz es una herramienta que se usa para mostrar y aclarar los controles que se han identificado en la matriz X asignando responsabilidad,

frecuencia y estándares a ser usados para llevar a cabo los controles.”
 (Yamashina, 2009, p.11):

En combinación con el análisis de la matriz X se usa para definir los requerimientos de la máquina ideal para las condiciones de cero defectos. Los parámetros se clasifican basados en su impacto (alto-medio-bajo); aquellos que tienen un alto impacto en la falla se les deben prestar especial atención.

Los pasos a seguir para una correcta confección de la misma son:

- 1) Desde la matriz X, donde se encuentran las correlaciones, obtener componentes y parámetros a ser controlados.
- 2) Para cada componente y parámetro identificar al responsable del departamento y las herramientas a ser utilizadas.

Es de vital importancia la colaboración en esta fase entre diferentes departamentos (producción, calidad, mantenimiento) para asignar la responsabilidad correctamente e identificar y diseñar herramientas que deban ser utilizadas para controlar diferentes parámetros.

- 3) Escribir el estándar correcto que debe ser utilizado. La actividad debe ser colocada en el calendario de mantenimiento resaltando que esas actividades aseguran la calidad.

MACHINE NAME																					
GROUP MACHINE																					
COMPONENT																					
STANDARD	PARAMETER																				
	REFERENCE																				
	TOLERANCE																				
CHECK	MEASURING TOOL																				
	FREQUENCY																				
	RESPONSIBLE																				
	STANDARD DOCUMENT																				
IMPACT																					

Formato matriz QM (Yamashina, 2009, p.12)

3.7.3.3 Arbol de Componente

Es importante desglosar la máquina hasta nivel de componente, en conjunto, subconjunto, etc. *“La división en conjuntos depende del criterio que se adopte, puede ser por sistema (mecánico, hidráulico, neumático, eléctrico) o por zona (en el caso de máquinas de dimensiones considerables).”* (Yamashina, 2009, p.5):



Diagrama árbol de componente (Yamashina, 2009, p.5)

El árbol de componentes es una planilla donde se detalla el desglose de la máquina, teniendo en cuenta el número de componente, el cual es fundamental para localizar el mismo.

El criterio de clasificación sirve para diferenciar cuáles componentes deben ser controlados y cuáles no; existe tres categorías diferentes:

- A: aquellos componentes que paran el funcionamiento de la máquina.
- B: aquellos componentes que causan el mal funcionamiento de la máquina.
- C: aquellos componentes que no afectan a la máquina.

3.7.3.4 Machine Leadger

“Es el libro de máquina donde están todos los componentes de categoría A y B. Se debe detallar la frecuencia de control de cada uno con el instructivo de trabajo, con el objetivo de fijar un plan de control preventivo por componente.” (Yamashina, 2009, p.15):

Además, son registradas todas las averías que provocan una parada de máquina mayores a 10 minutos, especificando el tiempo de duración de la parada, como el tiempo de la intervención de mantenimiento.

Los distintos tipos de mantenimiento son:

- T.B.M.: mantenimiento basado en el tiempo, cuando se realiza el control o cambio del componente cada cierta cantidad de tiempo.
- B.M.: mantenimiento a la rotura. El componente se lo deja romper para luego ser cambiado.
- C.B.M.: mantenimiento basado en la condición. Se analiza el deterioro del componente mediante predictivo para conocer el máximo de la vida útil y cambiarlo antes de la rotura.

De esta herramienta se reportan algunos indicadores, para medir la eficiencia y desempeño del equipo:

- M.T.B.F.: *Mean Time Between Failures* (Tiempo Medio entre Fallas). Este indicador nos muestra el promedio de horas de funcionamiento de la máquina sin rotura.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo planificado para producir} - \text{Tiempo total de parada}}{\text{Cantidad de paradas}}$$

- M.T.T.R.: *Mean Time To Restore* (Tiempo Medio de Reparación). Este indicador nos muestra en promedio, cuánto tiempo dura una avería.

Tiempo total de paradas (sumatoria)

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de paradas (sumatoria)}}{\text{Cantidad de paradas}}$$

Ejemplo: una máquina funciona durante un mes (200hs.), en ese periodo tuvo 3 averías (10, 25, 20 minutos), su MTTR es de 18,33, lo que significa que en promedio ese equipo cada vez que falla la duración de esa avería es de 18,33 minutos.

Cuanto menor sea el valor del MTTR, mayor confiabilidad tendrá la máquina.

MACHINE LEDGER - PM & AM PLANNING																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Planta CORDOBA				Referencia ACTIVIDAD: 00000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
COPAS FONDO	Componente	Nº de Actividad de Componente	Tipo de Actividad	Frecuencia	Duración	REPARACIÓN PLANE				DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo	Fase de trabajo

3.7.4 Paso 4: Fabricación

Hasta la etapa anterior hablábamos de especificaciones técnicas y detalles en el diseño de los nuevos equipos. Una vez finalizado este estudio, y certificados los diseños por las diferentes áreas involucradas (ingeniería, producción, seguridad, mantenimiento, calidad) se le da la aprobación al proveedor seleccionado para la construcción de los equipos.

Es muy importante aclarar que desde esta etapa hasta la finalización del proyecto, cada modificación que se deba realizar en cualquier equipo, significa un costo mucho más elevado, por lo que se corre el riesgo de no cumplir con los objetivos del proyecto. Esto puede ocurrir por falta de experiencia, una mala integración de algún ente en particular, lo cual significa que no se realizó un correcto análisis en las etapas previas.

Una vez finalizada la construcción, se deben aprobar todos los equipos en la casa del proveedor, antes de que los mismos lleguen a planta. Es muy importante la verificación, ya que se puede descubrir algún problema, por el no cumplimiento de alguna característica de la especificación técnica. De ser necesario, se puede llevar a cabo simulaciones de funcionamiento, para corroborar el cumplimiento de todas las cuestiones técnicas importantes.

3.7.5 Paso 5: Instalación

En esta etapa se procede a la instalación del equipamiento comprado. Previo a la llegada de todo el material, se debe preparar el área en cuestión, para optimizar el tiempo de instalación.

Dependiendo del proyecto, la instalación puede ser llevada a cabo en normal producción, o puede requerir tener la planta parada; para este caso el tiempo juega un papel crítico, ya que de no cumplir con el plazo planificado, se pierden días de producción, lo que significa un costo muy elevado para la empresa.

Además, en esta etapa se realizan las capacitaciones necesarias en planta, a todo el personal requerido, sobre el funcionamiento, características, limpieza y mantenimiento de los equipos incorporados. De ser necesario, se

pueden planificar cursos fuera de fábrica, en las etapas previas de la instalación.

Por último, se corrobora toda la documentación del equipamiento entregada por el proveedor: planos técnicos, eléctricos, listado de componentes, especificaciones de las máquinas, como también toda la documentación WCM, bajo el formato estándar que exige la empresa.

3.7.6 Paso 6: Pre-producción

Es el proceso de *try out*, donde una vez instalados todos los equipamientos, se comienza a realizar las pruebas en la línea de producción, para verificar todos los parámetros definidos en la especificación técnica.

3.7.7 Paso 7: Flujo inicial

Es la última etapa para finalizar un proyecto bajo la metodología del pilar EEM. En este punto comienza el arranque productivo con el funcionamiento del 100% de los nuevos equipos, y se debe verificar el cumplimiento de todos los KPI definidos en el paso 2. Para lograr cumplir el objetivo de alcanzar un arranque vertical, lo cual significa haber gestionado el proyecto respetando los 7 pasos de una manera correcta, se deben alcanzar los KPI propuestos con un máximo de tiempo según la definición de la categoría del proyecto (ver tabla de clasificación de proyecto, pag 32).

IV. DESARROLLO DEL PROYECTO BAJO EL CONCEPTO WCM

El presente capítulo consiste en la aplicación práctica del pilar Gestión Temprana de Equipos para el desarrollo del proyecto en cuestión.

4.1 Paso 1: Planeamiento

4.1.1 Necesidad del Proyecto

Entendiendo el proceso de pintado actual de la empresa, la necesidad de estudio de este proyecto surge de los siguientes requerimientos:

- Cuestiones técnicas: recambio tecnológico por obsolescencia de equipamiento, discontinuidad de repuestos.
- Reducción de costos: innovación tecnológica, búsqueda de distintas opciones tecnológicas, metodologías de trabajo.
- Mejora de indicadores de calidad: cambios de equipos que garanticen un proceso donde se logre un producto con mejor calidad.

Los principales *target* con los que debe nacer y ser llevado a cabo el estudio son:

- Diseñar una línea y equipos flexibles para poder pintar nuevos modelos en el futuro.
- Reducir los costos iniciales y de funcionamiento.
- Minimizar el impacto ambiental.
- Asegurar el OEE de los equipos nuevos.
- Lograr pintar en automático la totalidad del externo de la carrocería, evitando errores de operación manual.

4.1.2 Clasificación de Proyecto

Al tratarse de un proyecto de alto costo de inversión (> 1 MEuro), tener una complejidad alta, y no contar con experiencia del personal en la empresa para este tipo de proyecto, según la metodología WCM, el mismo se clasifica como AA:

Complejidad	Alta complejidad		Baja complejidad		Arranque vertical
Experiencia					
Escala	No	Si	No	Si	
10 MEuro	AA	AA	A	B	2 semanas – 1 mes
1 – 10 MEuro	AA	A	B	C	1 – 2 semanas
0,5 – 1 MEuro	A	B	C	C	1 semana
0,1 – 0,5 MEuro	B	C	C	C	2 días

Clasificación del proyecto de estudio (Yamashina, 2011, p.6)

Esto marca la importancia y prioridad del proyecto.

Además, por la necesidad del proyecto, se puede observar que se trata de un “*proyecto de sustitución, reducción de costos. Estos proyectos aminoran el costo de mano de obra, de materiales y de otros insumos como electricidad; lo hacen reemplazando equipo útil pero menos eficiente. Las decisiones son discrecionales y exigen un análisis pormenorizado*” (Ehrhardt, 2007, pág. 45).

4.1.3 Formación del Equipo de Trabajo

Para llevar adelante el estudio del proyecto se designa como líder al Responsable de Ingeniería de la Unidad de Pintura de FCA Argentina, ya que la necesidad surge de esa Unidad, y el Responsable de Ingeniería es la persona más idónea para realizarlo.

Las competencias y conocimientos identificados por el líder, que son necesarias utilizar a lo largo del proyecto son:

- 4) 5G
- 5) 5W + 1H / 5WHY

- 6) OEE
- 7) 7 pasos del EEM
- 8) *Project management*
- 9) *Front loading concept*
- 10) *Check list* básico
- 11) IC & RC
- 12) *Process chart*
- 13) QA matrix
- 14) Diseño LCC
- 15) *Process FMEA*
- 16) Diseño flexible
- 17) Diseño de mantenimiento
- 18) Diseño de operación
- 19) Involucramiento de operarios
- 20) Estandarización de partes
- 21) Ingeniería concurrente
- 22) Proceso
- 23) *Layout*
- 24) Visibilidad
- 25) Simulación

Identificadas las competencias, el líder selecciona a los integrantes del equipo, siendo los mismos:

Líder del proyecto: Responsable de Ingeniería de la Unidad de Pintura

Integrante 1: Referente del pilar EEM

Integrante 2: Especialista en robótica

Integrante 3: Responsable de mantenimiento de la Unidad de Pintura

Integrante 4: Supervisor de logística

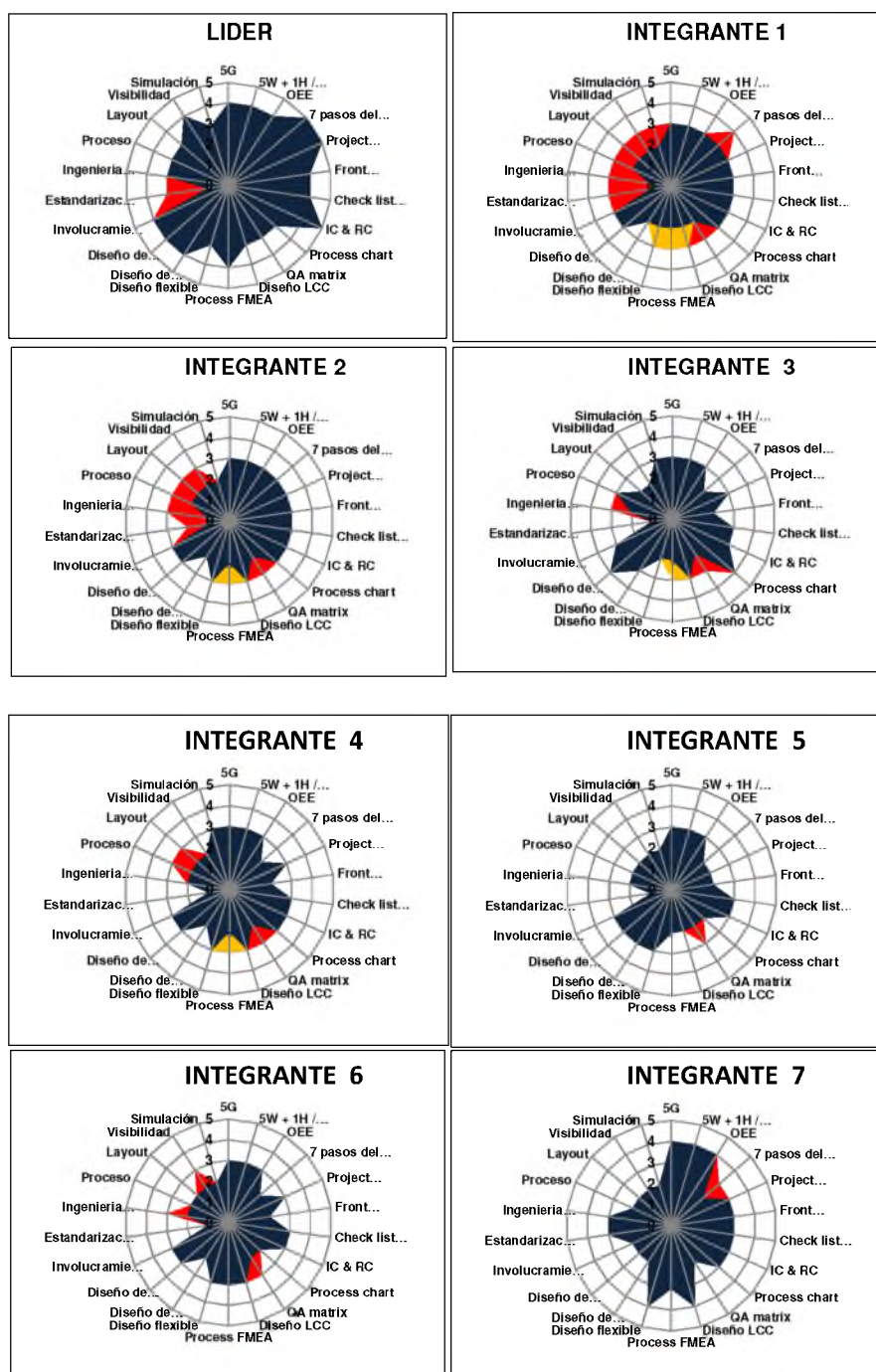
Integrante 5: Referente de seguridad la planta

Integrante 6: Referente del pilar AM

Integrante 7: Referente de calidad de la planta

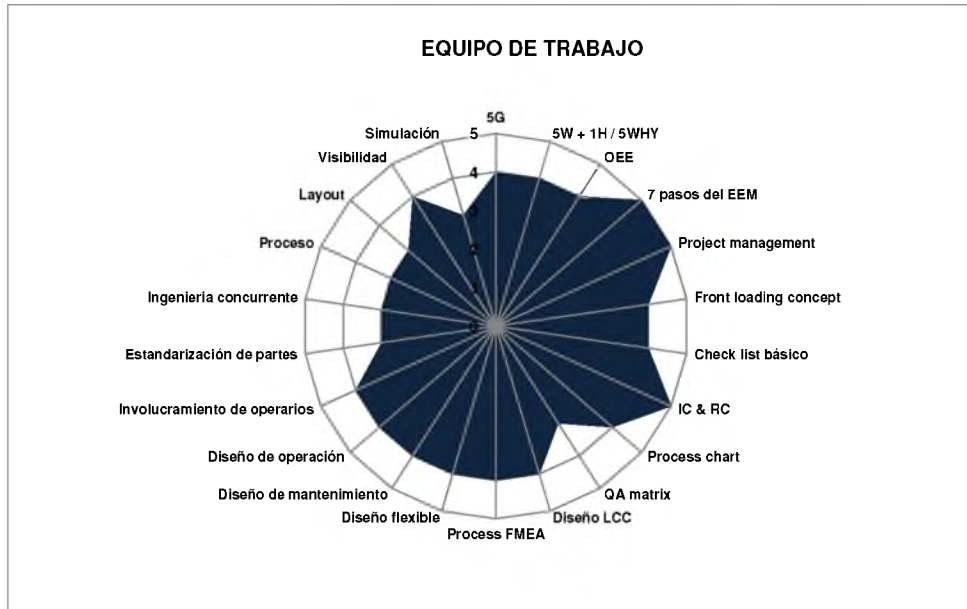
4.1.4 Radar Chart

Una vez conformado el grupo de trabajo, el líder define el nivel requerido y el nivel actual de cada integrante, quedando los distintos radares:



Radar chart de los integrantes del proyecto en estudio (elaboración propia en base a Yamashina, 2008, p.17)

El radar general del equipo, tomando los máximos de cada competencia de cada integrante queda:



Radar chart del equipo del proyecto en estudio (elaboración propia en base a Yamashina, 2008, p.17)

Como se observa, para empezar con el estudio del proyecto no se requiere de capacitación, ya que todas las competencias están cubiertas por lo menos por algún integrante del equipo.

4.1.5 Benchmarking

Haciendo un *benchmarking* del proceso de pintado con todas las plantas del grupo Fiat:



Benchmarking realizado para el análisis del proyecto en estudio (elaboración propia)

Se analizan 2 macro proceso:

Pintura con base solvente: la formulación de la pintura es a base solvente.

Pintura con base acuosa: la formulación de la pintura es a base acuosa. Tienen un menor impacto ambiental, y la utilizan algunas plantas de Europa, donde hay una restricción ambiental respecto a la emanación de compuestos orgánicos volátiles. Este proceso requiere de un diseño específico de las cabinas de pintura, la cual la planta de Fiat Argentina no cuenta.

El siguiente estudio propone continuar con el proceso de pintura a base solvente, ya que la propuesta es la búsqueda de un cambio tecnológico, sin alterar las instalaciones actuales y la formulación de la pintura.

Dentro del proceso con base solvente hay distintos desarrollos tecnológicos de pintado, por lo que se deberá analizar cada uno de ellos, para

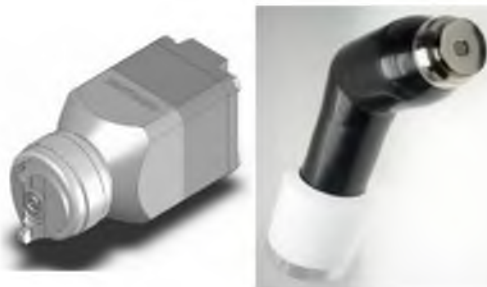
proponer la mejor opción a la empresa. Los sistemas tecnológicos pueden ser del tipo:

1. *Gun – gun* con robot: es similar al utilizado en Fiat, pero la aplicación es mediante robot, y no por brazos mecánicos. Al ser mediante robot, se garantiza que el 100% del externo sea pintado en automático, no debiendo realizar un pintado manual para su completación.



Aplicadores tecnología *gun-gun* (manual robótica de proveedor ABB)

2. *Bell – gun*: a diferencia del anterior, la primera mano de pintura utiliza un sistema de aplicación electrostática, que posee una mayor eficiencia de transferencia (85%); en este caso se utiliza alta tensión para ionizar las partículas de pintura, y de esta forma la deposición es por diferencia de carga.



Aplicadores tecnología *bell-gun* (manual robótica de proveedor ABB)

3. *Bell – bell*: tanto la primera como la segunda mano de pintura es por sistema de aplicación electrostática.

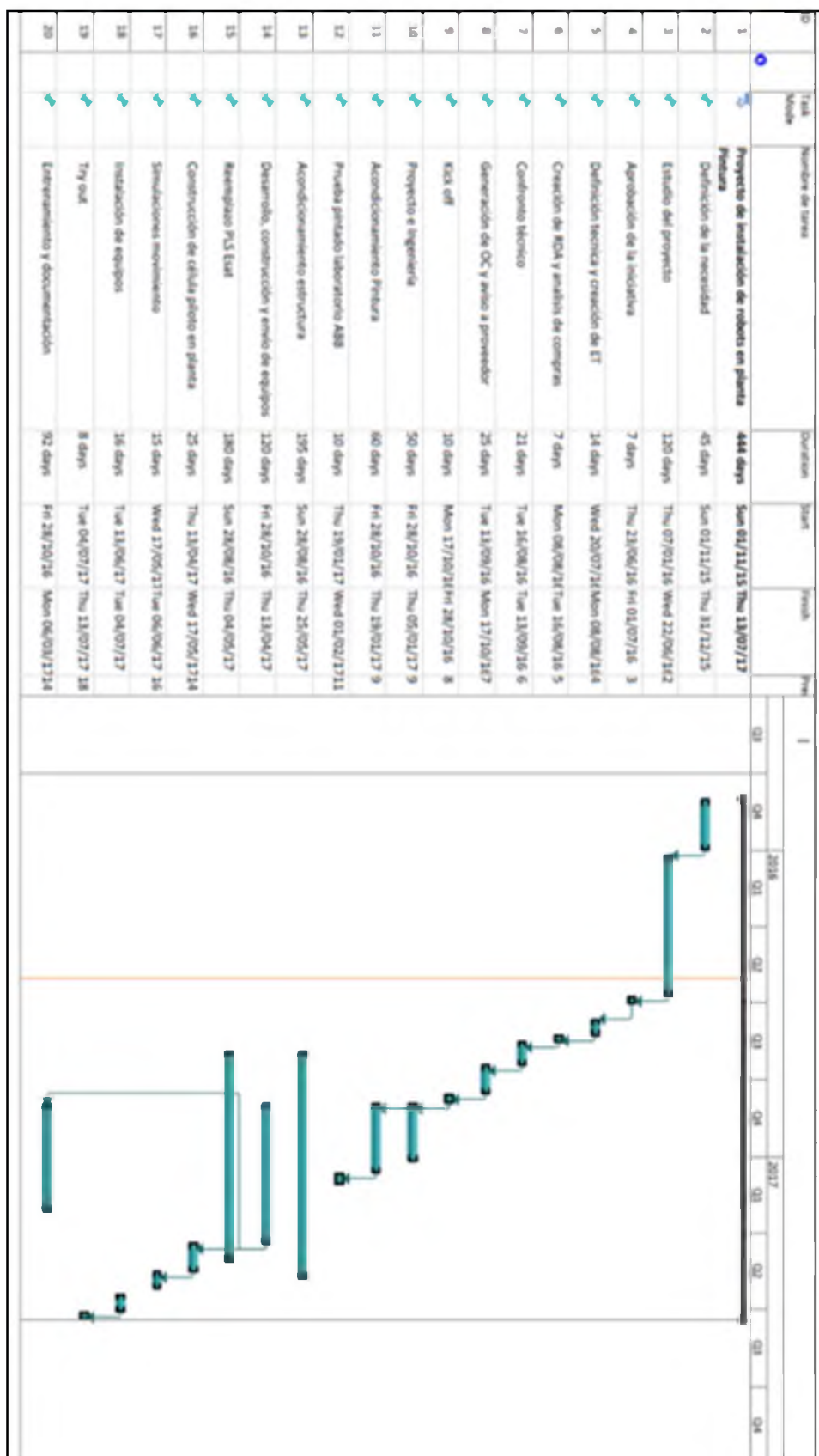


Aplicadores tecnología *bell-bell* (manual robótica de proveedor ABB)

4.1.6 Planificación de Actividades

Se definen todas las actividades del proyecto, desde la necesidad del mismo hasta la puesta en marcha, estimando el tiempo y recursos necesarios para cada actividad, para que el líder del proyecto siga en detalle los avances del mismo, y pueda identificar si existe algún atraso que condicione el avance general.

Como actividades se definen las siguientes:



4.2 Paso 2: Proyecto Conceptual Básico

4.2.1 Definición de Objetivos

Los KPI con sus respectivos objetivos definidos para este proyecto son:

- **Producción**

- ✓ Eficiencia técnica: 98%
- ✓ *Overall Equipment Efficiency* (OEE): 95%
- ✓ *Ramp up*: 14 días (según criterio tabla clasificación de proyecto, pag 32)
- ✓ VOC: 57,5 gr/m²

- **Costos**

- ✓ *Initial Cost* (IC): U\$ 2.600.000
- ✓ *Running Cost* (RC): U\$ 110.000 annual

- **Calidad**

- ✓ Rechazo punta línea: 1%

- **Delivery**

- ✓ *Lead Time*: 20 meses

Los objetivos se establecen en base a los indicadores actuales, donde se propone una mejora que justifique la inversión del proyecto.

Si comparamos la situación actual con la propuesta, tenemos:

	KPI	Actual	Propuesta
Producción	Eficiencia técnica	96%	98%
	OEE	84%	95%
	Ramp up	-	14 días
	VOC	63,2 gr/m ²	57,5 gr/m ²
Costos	IC	-	U\$ 2.600.000
	RC	U\$ 250.000	U\$ 110.000
Calidad	Rechazo punta línea	5%	1%
Delivery	Lead Time	-	20 meses

Como se puede observar en la comparación, el proyecto propone mejorar los indicadores técnicos, disminuir el impacto ambiental, reducir los costos de funcionamiento y mejorar los indicadores de calidad; todo esto significa un ahorro económico, que se analizará en detalle en el capítulo de análisis económico financiero. Además se tendrán en cuenta otros ahorros, como consumo de pintura, solvente, mano de obra, etc, que serán analizados para verificar si se justifica la inversión del proyecto.

4.2.2 Utilización de Herramientas Preventivas de Calidad

El equipo de trabajo, conjuntamente con las distintas áreas (producción, calidad, ingeniería, mantenimiento, seguridad) confecciona la matriz QA, para identificar los potenciales problemas que pueda surgir del proyecto, a modo de plantear propuestas de solución, y ser consideradas en las especificaciones técnicas para la incorporación de los nuevos equipos. Se trata de un enfoque totalmente proactivo, con el concepto que cualquier modificación que se deba realizar a posterior, demandará un costo superior.

Las distintas anomalías identificadas, surgen del análisis de la experiencia y problemas que se tiene con los automatismos actuales, y de realizar un *benchmarking* con las distintas plantas de pintura del grupo Fiat que cuentan con distintas tecnologías.

Operación	Fases del proceso	Defect/risk	Clasificación	Phenomenon	Soluciones para eliminar los defectos			Detección de defectos			FUNCIONES DIRECCIONADORAS											
					Avance de actividades para la prevención de los defectos			Avance de actividades para el filtro de los defectos			POSITIONS	MEASUREMENT	PRESSURE	SHAPE	VIBRATION	CYCLE	TIME	EXISTENCE	MÁQUINA	MATERIAL	MANO DE OBRA	
					Descripciones	Responsable	Fecha cierre	Actividad	Responsable	Fecha cierre												
1	Aplicación externa automática - Robot base	Impureza base lateral - Grumo de base que son transmitidos a la carrocería durante la aplicación automática	A	Falta limpieza	Protección	Ing	oct-16	Visual	CP A	dic-16								x		X		
2	Aplicación externa automática - Robot base	Impureza base - debido a desprendimiento de tinta durante la aplicación automática	A	Falta limpieza	Protección antiestática	Ing	oct-16	Visual	CP A	dic-16								x		X		
3	Aplicación externa automática - Robot base	Impureza base partes planas - Grumo de base que son transmitidos a la carrocería durante la aplicación automática	A	Falta limpieza	Protección	Ing	oct-16	Visual	CP A	dic-16								x		X		
4	Aplicación externa automática - Robot base	Impureza base partes planas - debido a la formación de grumos dentro de las tuberías	A	Falta recirculación pintura	Recirculo de pintura de la totalidad de la tubería	Ing	oct-16	Visual	Operario	dic-16		x						x				
5	Aplicación externa automática - Robot base	Impureza base lateral - debido a la formación de grumos dentro de las tuberías	A	Falta recirculación pintura	Recirculo de pintura de la totalidad de la tubería	Ing	oct-16	Visual	Operario	dic-16		x						x				
6	Aplicación externa automática - Robot base	Mancha tapa baul - debido a falla en la aplicación	A	Caida de presión aire	Alarma de aviso y parada de máquina	Ing	oct-16	Visual	CP A	dic-16		x						x				
7	Aplicación externa automática - Robot base			Caida de presión pintura	Presostato de aviso	Ing	oct-16	Automática	Comau	dic-16		x							x			
8	Aplicación externa automática - Robot base			Baja rotación de copa	Sensor de velocidad de rotación	Ing	oct-16	Automática	Comau	dic-16	x								x			
9	Aplicación externa automática - Robot base			Baja alta tensión	Sensor de tensión	Ing	oct-16	Automática	Comau	dic-16		x							x			
10	Aplicación externa automática - Robot base	Cáscara de naranja - falla de parametrización automática de los robot	A	Falta pintura por ineficiencia de la trayectoria	Simulación de trayectoria	ABB	oct-16	-	-	dic-16						x		x				
11	Aplicación externa automática - Robot base			Falla de 1 Robot	Reconfiguración de pintado / cambio de posición Robot lat der	Ing	oct-16	-	-	dic-16	x								x			
12	Aplicación externa automática - Robot base	Chorro base - falla de parametrización automática de los robot	A	Solapamiento de la trayectoria de pintado	Simulación de trayectoria	ABB	oct-16	-	-	dic-16						x		x				
13	Aplicación externa automática - Robot base			Falla de 1 Robot	Reconfiguración de pintado / cambio de posición Robot lat der	Ing	oct-16	-	-	dic-16	x								x			
14	Aplicación externa automática - Robot base	Mancha carrocería - distinta tonalidad fiancata vs paragolpe	A	Cambio tecnológico de pintado	Test lab EEUU / acondicionamieto de pintura	Lab	oct-16	-	-	dic-16		x									x	

Matriz QA preventiva del proyecto en estudio (elaboración propia en base a

Yamashina, 2009, p.22)

Del análisis de la matriz QA se identifican 14 posibles problemas de calidad, que significarán un costo de retrabajo sobre el producto del proceso de pintado.

Para cada anomalía identificada se proponen soluciones técnicas y/o gestionales, para que desde el arranque productivo no existan los problemas.

A modo de ejemplo, se citan algunas soluciones:

Problema 1: Impureza base lateral.

Fase del proyecto: aplicación externa automática – nuevos equipos.

Descripción del problema: formación de grumos de pintura que son transmitidos a la carrocería durante la aplicación automática.

Solución propuesta: instalar los futuros equipamientos con la base sobre las paredes laterales, y no con la base en el piso. Con esta configuración, se evita que las partículas de pintura se acumulen sobre la base de los equipamientos, y se desprendan durante el proceso de pintado sobre las carrocerías, produciendo un defecto en la superficie de acabado final, una vez curada la pintura. Este defecto produce la necesidad de un retrabajo en la línea de inspección final, para evitar que llegue al cliente.

La mejora se plasma en una MPinfo:

	Maintenance Prevention Information			Nº	FAASA	1675	Establecimiento	FAA -	lbl_elaboro	PARMA, Lucas	
							Unidad	Pintura	Fecha	2015-09-04 11:37:31.0	
							Descripción del Proceso	Robots cabina			
lbl_instalacion	UTE	Línea	Operación	Máquina		Sobconjunto		Componente			
	UTE 2	Esmalte	Esmalte								
Impacto del Proyecto	Control de Calidad			Fase de creación de MPI		1 - Placamiento		STEP 5 - INSTALACION		Pilares Origen	
						STEP 2 - ESP. TECNICA		X	STEP 6 - TRY OUT		
						STEP 3 - PROYECTO			STEP 1 - LANZ. PRODUCTO		
						STEP 4 - CONSTRUCCION					
Descripcion del Problema En la planta de FIASA los robots están instalados en el piso, teniendo potenciales problemas de calidad.						Descripcion de la Solucion Se instaló a los robots en altura, evitando problemas de calidad y reduciendo el costo de ampliar la cabina.					
											
Histórico						Resultado					
Periodo	Indicador		Nota			Periodo	Indicador		Nota		
	RECIBO	NULL					RECIBO	NULL			
Estadización	Si	No	Extension - Estandarización		lbl_media	Costo	Beneficio	lbl_resultado_costo	B.C		
						10000,0	30000,0	20000,0	3,0		

MP info de acción de mejora del proyecto en estudio (elaboración propia en base a Yamashina, 2008, p.54)

Problema 4: Impureza base partes planas.


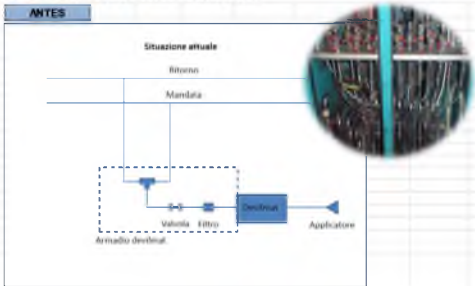

Fase del proyecto: aplicación externa automática – nuevos equipos.

Descripción del problema: sedimentación de la pintura dentro de las tuberías de los equipos, que son transmitidos a la carrocería durante la aplicación automática.

Solución propuesta: cada circuito de color está recirculando constantemente, para evitar la sedimentación de la pintura; actualmente la recirculación se produce antes del filtro de aplicación del equipo, por lo que queda un tramo de 80 cm sin recircular. Esto provoca la sedimentación de ese tramo, cuando pasa

un tiempo considerado (por ejemplo un fin de semana), que se desprende sobre el producto al realizar el pintado, sino se realizó una correcta purga.

La propuesta es modificar el diseño de los nuevos equipos, para que la recirculación de cada circuito de pintura, se realice justo antes del aplicador, evitando en todos los colores la sedimentación (no queda ningún tramo sin recircular). De esta manera se evitan los problemas de calidad, y la necesidad de purgar en cada arranque productivo.

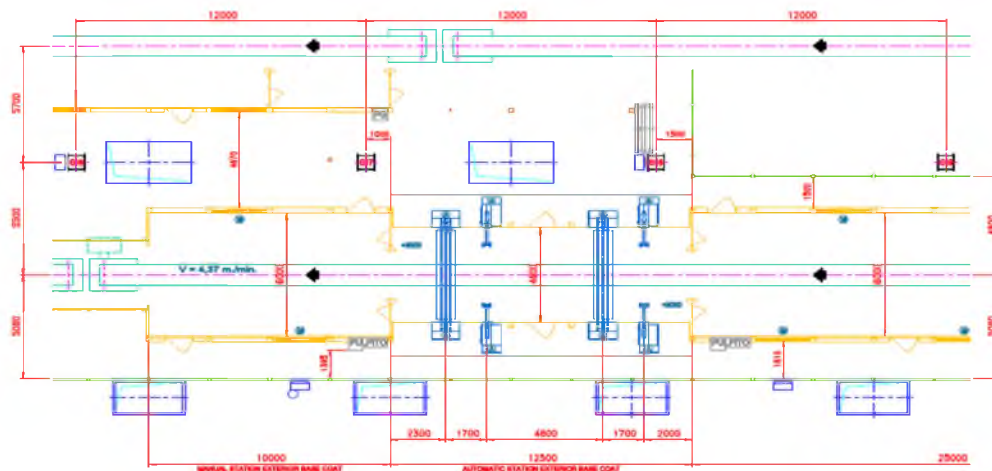
	Maintenance Prevention Information			ESTABLECIMIENTO	FAASA	ELABORÓ	
				UNIDAD	VERIFICATURA	FECHA	
				PROC. PROD.	TT	ARCHIVAR	
INSTALACIÓN	UTE	LÍNEA	OPERACIÓN	MAQUINA	SUBCONJUNTO	COMPONENTE	
	2	CADENA ESMALTE		ROBOT	ELECTRICO	VALVULAS	
IMPACTO	CONFIAZIBILIDAD	X	MANTENIBILIDAD		STEP 1 - PLANEAMIENTO	STEP 5 - INSTALACIÓN	PILAR ORIGEN P.M.
	CALIDAD	X	COSTO	X	STEP 2 - ESP. TECNICA	STEP 6 - TRY OUT	
	OPERABILIDAD		SEGURIDAD/AMBIENTE		STEP 3 - PROYECTO	STEP 7 - CONSTRUCCIÓN	
					STEP 4 - CONSTRUCCIÓN		
Descripción del problema: En el circuito de recirculación de pintura se generan sedimentos que obstruyen la correcta aplicación de pintura y se secan las válvulas de corte.							
Descripción de la solución: Se aplica un nuevo sistema de recirculación que evita la sedimentación en los conductos y particularmente en las válvulas de corte.							
ANTES 				DESPUÉS 			

MP info de acción de mejora del proyecto en estudio (elaboración propia en base a Yamashina, 2008, p.54)

4.2.3 Confección de las Especificaciones Técnicas

Se confecciona la especificación técnica, acorde al estándar de la empresa. Además de las cuestiones generales, se detallan las condiciones particulares de trabajo, requerimientos especiales de los nuevos equipos, y el *layout* de la planta de Pintura:

Lay out cabina de aplicación base, Unidad Pintura, FCA Argentina (elaboración propia en base a layout FCA)



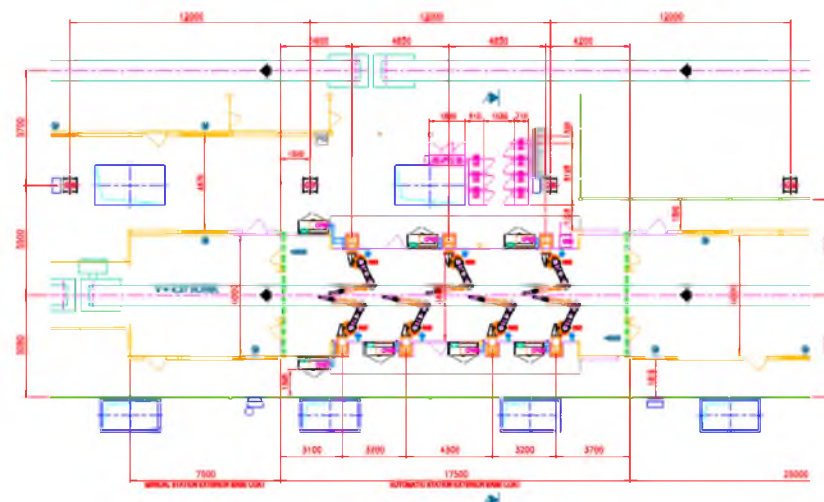
Lay out cabina de aplicación base, Unidad Pintura, FCA Argentina (elaboración propia en base a layout FCA)

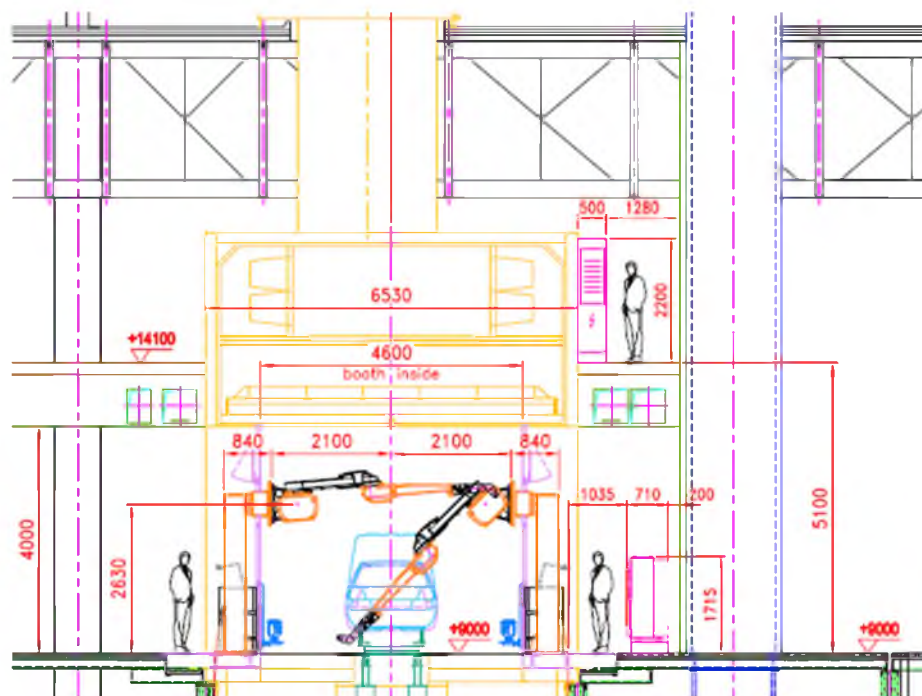
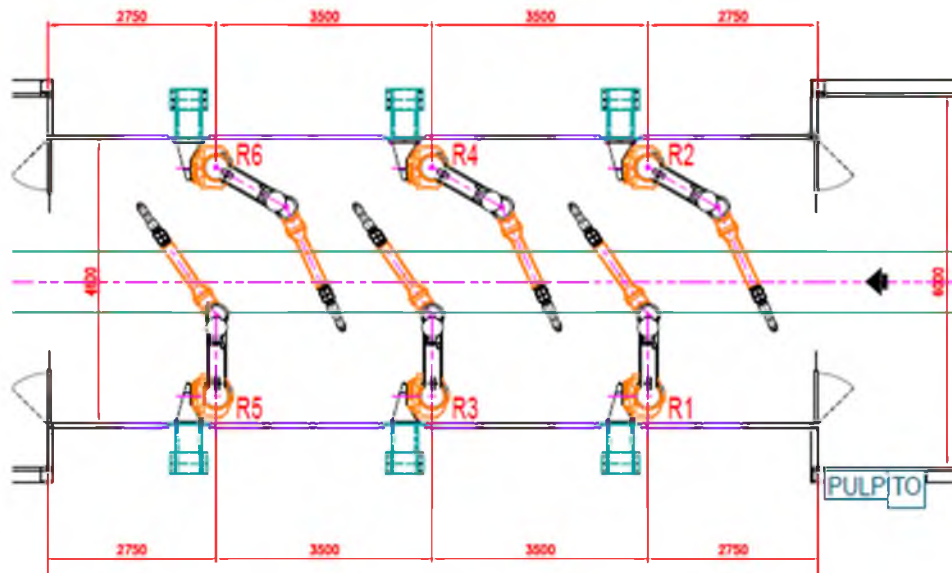
- Eficiencia Técnica: 98%

- OEE: 95%
- Máxima capacidad productiva: 54 carrocerías/hora
- Máximo campo de trabajo (dimensiones a pintar)
 - Altura: 1700 mm
 - Ancho: 1800 mm + 200 mm de puertas abiertas
 - Longitud: 4600 mm
- Modelo de auto a pintar: los que actualmente se producen en la empresa (se enviará la matemática, para el desarrollo de los programas de pintado)
- Superficie a pintar (exterior): 10,5 m²
- Espesor de pintura: 12 – 15 µm
- Presión neumática: 6,5 bar
- Condición de cabina de pintura
 - Temperatura: 24°C ; +/- 4°C
 - Humedad: 50% - 80%

Para cumplir con esta necesidad y productividad, se requiere instalar una celda con 7 robot (independientemente de la tecnología de los mismos), donde los primeros 4 pintan la primera mano, y la segunda con los 3 restantes.

El *layout* propuesto queda de la siguiente manera:





Lay out cabina de aplicación base propuesto en el proyecto de estudio
 (elaboración propia en base a layout FCA)

4.2.4 Life Cycle Cost (LCC)

Después del *benchmarking*, se analizan las 3 opciones tecnológicas de pintado que se utilizan en las distintas plantas.

Se definen una serie de criterios, para en una primera instancia compararlos técnicamente, y posterior económicamente.

Los criterio a evaluar son:

1. Calidad
2. Flexibilidad
3. Mantenibilidad
4. Productividad
5. Medio Ambiente
6. Eficiencia transferencia
7. Mantenimiento Autónomo

Las escalas de evaluación se definen de la siguiente manera:

- Supera: puntaje de 5. Significa que el criterio es mejor de lo previsto
- Aceptable: puntaje de 3. Significa que se cumple el requerimiento del criterio.
- No aceptable: puntaje de 1. Significa que no alcanza las expectativas del criterio.

A través de las experiencias de otras plantas, información técnica de las tecnologías, y un análisis detallado de cada una, se concluye:

GUN - GUN

	Supera	Acceptable	No acceptable
CALIDAD		3	
FLEXIBILIDAD		3	
MANTENIBILIDAD		3	
PRODUCTIVIDAD		3	
MEDIO AMBIENTE			1
EFICIENCIA TRANSFERENCIA			1
MANTENIMIENTO AUTONOMO			1
TOTAL	22		

GUN - BELL

	Supera	Acceptable	No acceptable
CALIDAD		3	
FLEXIBILIDAD			
MANTENIBILIDAD		3	
PRODUCTIVIDAD			
MEDIO AMBIENTE		3	
EFICIENCIA TRANSFERENCIA		3	
MANTENIMIENTO AUTONOMO		3	
TOTAL	30		

BELL - BELL

	Supera	Acceptable	No acceptable
CALIDAD	5		
FLEXIBILIDAD			
MANTENIBILIDAD		3	
PRODUCTIVIDAD			
MEDIO AMBIENTE			
EFICIENCIA TRANSFERENCIA		3	
MANTENIMIENTO AUTONOMO			
TOTAL	36		

Del análisis se descarta técnicamente a la tecnología *gun-gun*, ya que como se puede observar tiene un puntaje muy por debajo de las otras.

Las criterios que esta tecnología tiene valorización de “No acceptable” son:

Eficiencia de transferencia: la tecnología *gun-gun*, al utilizar presión neumática para la aplicación, la eficiencia de transferencia es del 35%, lo cual requiere de un consumo muy alto de pintura.

Medio ambiente: debido a la baja eficiencia, se desperdicia mucha pintura, por lo que genera más cantidad de barros a ser tratados como tratamiento de residuos peligrosos.


Mantenimiento autónomo: el operador debe realizar la limpieza de los aplicadores de los robot, 3 veces por turno, debido a que existe mucho *overspray* durante la aplicación, que hace que la pintura que no es transferida a la carrocería, se deposite sobre los aplicadores. Esta limpieza requiere la utilización de solvente, y baja la productividad (se calcula 20 minutos por limpieza).

De las otras 2 opciones, se realiza un estudio LCC, donde se analizan los costos iniciales y de funcionamiento, para validar y seleccionar la alternativa tecnológica más conveniente. Este estudio se detalla en el próximo capítulo.

4.3 Paso 3: Proyecto Detallado

4.3.1 Matriz X

Del análisis de los posibles defectos identificados en la matriz QA, se confecciona la matriz X, relacionando cada problema con el fenómeno, componente, y definir todos los parámetros para garantizar cero defecto de calidad.

			*	*					CPA	PRESIÓN SOLVENTE	7 BAR +/-1								*
*	*		*	*					CPA	TEMPERATURA, HUMEDAD CABINA	Temp: 24 +/- 4°C Hum: 60%+- 20 %							*	*
	*					*	*		CPA	REVOLUCIONES EN RPM	35 A 50 Krpm +/- 1000rpm					*			
							*		CPA	CAUDAL CONTROL CON PROBETA	CETEADO 200 c ³ /min +/- 10 c ³ /min				*				
*	*	*				*	*		CPA	CAUDAL C ³	según indique programa +/- 10c ³ /								
		*				*	*		CPA	Condición gral. Componente 100% DE PERFORACIONES Libres de obstrucciones	conductos limpios sin obstrucciones		*						
	*					*			CPA	COPAS ABB (sin golpes, marcas o suciedad)	COPAS ABB N2/40			*					
			*					*	CPA	CAMBIO DE FILTROS (colores pasteles) BI MESTRAL	Pall pastel 40µ. Pall metalizado 120µ.					*			
*	*	*				*	*		CPA	Ventaglio: shape 1 Y shape 2	SHAPE 1 , SHAPE 2 Según indique	*							
									Responsable	4. PARÁMETROS MÁQUINA	Unidad VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8
CHORREADO DE BASE	HERVIDOS	VARIACIÓN DE TONALIDAD	GRUPO DE BASE	PUNTOS NEGROS	OPACIDAD	MANCHAS	IMPUREZA	1. MODO DE DEFECTO			3. COMPONENTES DE LA MÁQUINA	SISTEMA NEUMÁTICO	SISTEMA NEUMÁTICO	SISTEMA DE MECANICO	SISTEMA DE PINURA	SISTEMA DE MECANICO	SISTEMA DE PINURA	SISTEMA DE BALANCEO DE CABINA	SISTEMA DE LIMPIEZA
								Asociado	2. FENÓMENO			SISTEMA NEUMÁTICO, VALCULA NEUMÁTICA, VENTAGLEO	DEFUSOR Y ARO	COPA	BOMBA VOLUMETRICA	PULVERIZADOR	FILTROS COLORES pasteles y metalizados	CTA EXTRACTOR PANEL HUMIDIFICADOR QUEMADORES	BELL CLEANER
	*	*			*	*				Velocidad giro de turbina				*		*			
		*			*	*				Shape Air 1 y 2		*	*						
*	*	*			*	*				Erogación					*		*		
			*	*			*			limpieza automatica de copa									*
*	*						*			Condición de cabina								*	

Matriz X del proyecto de estudio (elaboración propia en base a Yamashina, 2009, p.7)

4.3.2 Matriz QM

En la matriz X se identificaron 9 parámetros a ser controlados para evitar los distintos defectos que pueden producir los nuevos equipamientos. Para cada control se define la tolerancia, herramienta de medición, frecuencia, responsable, documento estándar y el impacto, los cuales se representan en la matriz QM.

Esta matriz se confecciona según datos de Fiat Brasil, los cuales tienen experiencia en robot. Si se aprueba el proyecto, una vez que los equipos sean instalados, puede cambiar algún valor de algún parámetro, según requerimiento específico del equipamiento del proveedor seleccionado, en base a la alternativa tecnológica elegida.

MATRIZ QM										
GRUPO		SISTEMA NEUMÁTICO	SISTEMA NEUMÁTICO	SISTEMA DE MECÁNICO	SISTEMA DE PINTURA		SISTEMA DE MECÁNICO	SISTEMA DE PINTURA	SISTEMA BALANCEO DE CABINAS	SISTEMA DE LIMPIEZA
COMPONENTE		VÁLVULA NEUMÁTICA (VENTAGLIO)	DIFUSOR Y ARO	COPA	BOMBA VOLUMÉTRICA		PULVERIZADOR	FILTROS COLORES pasteles y metalizados	CTA EXTRACTOR PANEL HUMIDIFICADOR QUEMADORES	BELL CLEANER
ESTANDAR	PARÁMETRO	CAUDAL	CONDICIONES GRAL DEL COMPONENTE	TIPO / CONDICIONES GRAL DEL COMPONENTE	CAUDAL	CONTROL PROBETA	RPM	CONDICIONES DEL FILTRO	TEMPERATURA, VELOCIDAD, HUMEDAD	PRESIÓN SOLVENTE
	TOLERANCIA	SHAPE 1, SHAPE 2 Según índice programa +/- 10NI / min.	CONDUCTO LIMPIO - SIN OBSTRUCCIONES	COPAS ABB N2/40 (sin golpes, marcas o suciedad)	según índice programa +/- 10c° / min.	CETEADO 200 c°/min +/- 10 c°/min	35 A 50 Krpm +/- 1000rpm	Pall pastel 40µ. Pall metalizado o 120µ.	Temperatura: 24 +/- 4 °C Humedad: 60% +/- 20 % Velocidad de abatimiento: >0m/s m/s	7 BAR +/- 1
CONTROL	HERRAMIENTA DE MEDICIÓN	PANEL DE CONTROL	CONTROL VISUAL	CONTROL VISUAL	PANEL DE CONTROL	PROBETA	PANEL DE CONTROL	N/A	PANEL DE CONTROL	PANEL DE CONTROL
	FRECUENCIA	UNA VEZ POR TURNO	DIARIA	DIARIA	UNA VEZ POR TURNO	BIMESTRAL	UNA VEZ POR TURNO	BIMESTRAL	DIARIA	DIARIA
	RESPONSABLE	CPA	CPA	CPA	CPA	CPA	CPA	CPA	CPA	CPA
	DOCUMENTO ESTANDAR	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo	Ciclo
	DEFECTO	MANCHAS - OPACIDAD - HERVIDO - CHORREADO	MANCHAS	MANCHAS - HERVIDO	MANCHAS - TONALIDAD - CHORREADO - OPACIDAD	MANCHAS - TONALIDAD - CHORREADO - OPACIDAD	MANCHAS - OPACIDAD - HERVIDO - CHORREADO	IMPUREZAS	HERVIDO - CHORREADO - IMPUREZAS	IMPUREZAS (PUNTOS NEGROS)
IMPACTO	ALTA	X	X	X	X	X	X			
	MEDIA							X	X	X
	BAJA									

Matriz QM del proyecto de estudio (elaboración propia en base a Yamashina, 2009, p.12)


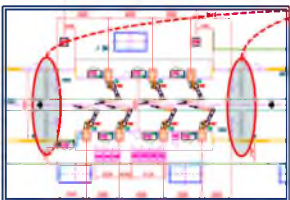
4.3.3 Diseño MP

En esta etapa de diseño, a través de la experiencia de planta y problemas de otras manufacturas del grupo, se proponen algunas mejoras para el diseño de los nuevos equipamientos, de las diferentes características:

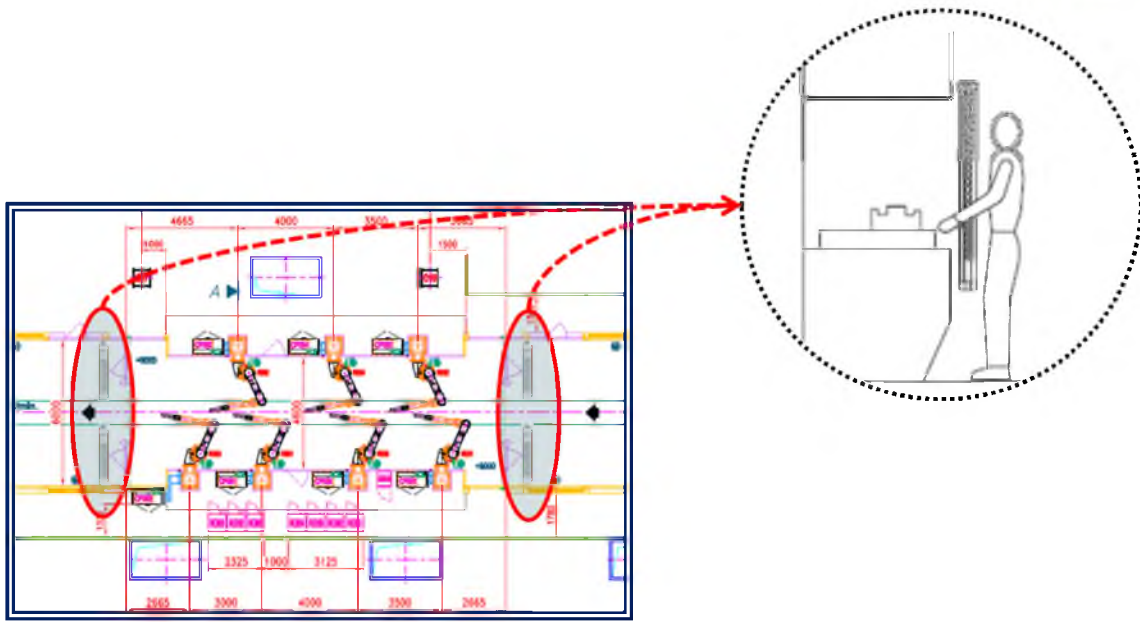
Seguridad

Problema: al tratarse de una celda robotizada que utiliza alta tensión por la tecnología de pintado, se presenta el riesgo de lesión de una persona que ingrese a la celda cuando esté funcionando.

Solución propuesta: instalar una barrera óptica en los extremos de la celda de robot, que paran el ciclo de funcionamiento del equipamiento, en caso de obstrucción (si una persona cruza para ingresar):

FIAT		Maintenance Prevention Information		ESTABLECIMIENTO		FAASA	ELABORÓ
				UNIDAD		VERIFICATURA	FECHA
				PROC. PROD.		TT	ARCHIVAR
INSTALACIÓN	UTE	LINEA	OPERACIÓN	MAQUINA	SUBCONJUNTO	COMPONENTE	
	2	CABINA ESMALTE		ROBOT	ELECTRICO	BARRERAS OPTICAS	
IMPACTO	CONFIABILIDAD	X	MANTENIBILIDAD	BASE DE CALIFICACION MP Info	STEP 1 - PLANEAMIENTO	STEP 5 - INSTALACIÓN	PILAR ORIGEN
	CALIDAD		COSTO		STEP 2 - ESP. TECNICA	STEP 6 - TRY OUT	
	OPERABILIDAD		SEGURIDAD AMBIENTE		STEP 3 - PROYECTO	STEP 7 - MONIT. PRODUCT	
				STEP 4 - CONSTRUCCIÓN			SEG.
Descripción del problema: Riesgo de lesión al ingresar en cabina				Descripción de la solución: Se aplican barreras ópticas que paran el ciclo si un operador ingresa a la cabina			
ANTES  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;">Ingreso a cabina con riesgo de lesión</div>				DESPUÉS  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;">La barrera óptica detiene el ciclo si hay invasión</div>			

MP info de acción de mejora de Seguridad del proyecto en estudio (elaboración propia en base a Yamashina, 2008, p.54)



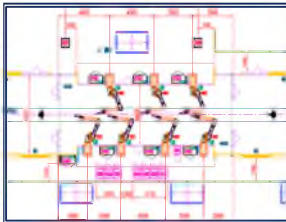
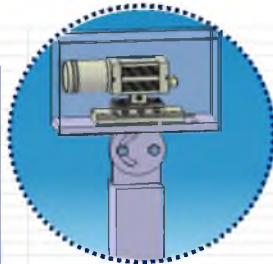


Elaboración propia en base a layout FCA

Confiabilidad

Problema: la operación de carga y lectura de la carrocería, tanto el modelo como el color, se realiza en forma manual. Se corre el riesgo que si existe algún error de carga, el equipamiento colisione con la carrocería, o pinte de otro color, generando el rechazo del producto.

Solución propuesta: instalar una cámara de reconocimiento de modelo y color, para que certifique la carga manual. En caso de existir una diferencia, se para la línea:


	Maintenance Prevention Information			ESTABLECIMIENTO		FAASA	ELABORÓ	
				UNIDAD		VERNICIATURA	FECHA	
				PROC. PROD.		IT	ARCHIVAR	
INSTALACION	UTE	LINEA	OPERACIÓN	MAQUINA	SUBCONJUNTO		COMPONENTE	
	2	CABINA ESMALTE	—	ROBOT	ELECTRICO		CAMARA	
IMPACTO	CONFIABILIDAD	X	MANTENIBILIDAD	X	FASE DE CREACION RIP Info	STEP 1-PLANEAMIENTO	STEP 5-INSTALACION	PILAR ORIGEN P.M.
	CAUIDAD		COSTO			STEP 2-ESP. TECNICA	STEP 6-TRY OUT	
	OPERABILIDAD		SEGURIDAD/AMBIENTE			STEP 3-PROYECTO	X	
						STEP 4-CONSTRUCCION		
Descripción del problema: Carga errónea de código carrocería					Descripción de la solución: Se aplica poka yoke cámara de confirmación carrocería automática			
ANTES 					DESPUES  			


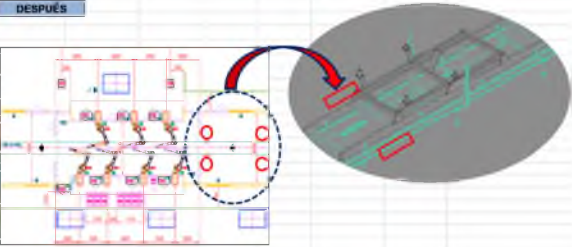
MP info de acción de mejora de la Confiabilidad del proyecto en estudio
 (elaboración propia en base a Yamashina, 2008, p.54)

Mantenimiento

Problema: el dispositivo que transporta las carrocerías (denominado skid), se traba en el transporte debido a la obstrucción de algún cuerpo extraño, y entra desfasado a la celda de robot, provocando la colisión del equipo con el producto.

Solución propuesta: instalar sensores de reconocimiento de posicionamiento de skid, justo al ingreso de la celda de robot, para que los mismos identifiquen la posición real al momento de pintar:

	Maintenance Prevention Information			ESTABLECIMIENTO	FAKSA	ELABORÓ	
				UNIDAD	VERIFICATURA	FECHA	
				PROC. PROD.	TT	ARCHIVAR	
INSTALACIÓN	UTE	LINEA	OPERACIÓN	MAQUINA	SUBCONJUNTO	COMPONENTE	
	2	CABINA ESMALTE		ROBOT	ELECTRICO	SENSOR	
#/PACTO	CONFIRMSIDAD		MANTENIBILIDAD	X	STEP 1-PLANEAMIENTO	STEP 5-INSTALACIÓN	
	CAUDAD		COSTO		STEP 2-ESP. TECNICA	STEP 6-TRY OUT	
	OPERABILIDAD		SEGURIDAD/AMBIENTE		STEP 3-PROYECTO	STEP 7-TRABAJOS	
					STEP 4-CONSTRUCCIÓN	RECEPCION	
				ASL DL CMLACION MP info		PILAR ORIGEN	
						P.M.	



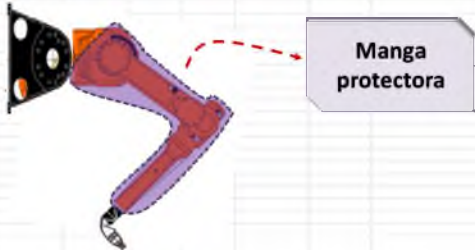
Descripción del problema: Si el skid ingresa desplazado a la cabina, el robot choca con la carrocería ANTES 	Descripción de la solución: Se aplican sensores de reconocimiento de posición skid DESPUÉS 
--	--

MP info de acción de mejora del Mantenimiento del proyecto en estudio
 (elaboración propia en base a Yamashina, 2008, p.54)

Operabilidad

Problema: la pintura que no se adhiere al producto, se deposita sobre los brazos del automatismo, siendo necesaria realizar la limpieza del mismo con solvente.

Solución propuesta: diseñar para los nuevos robot una manga protectora, para evitar la acumulación de pintura sobre el automatismo. La manga se debe cambiar al final del turno productivo:

 Maintenance Prevention Information				ESTABLECIMIENTO		FAKSA	ELABORÓ	
				UNIDAD		VERIFICATURA	FECHA	
				PROC. PROD.		TT	ARCHIVAR	
INSTALACIÓN	UTE	LÍNEA	OPERACIÓN	MAQUINA	SUBCONJUNTO		COMPONENTE	
	2	CABINA ESMALTE		ROBOT	MECANICO		MANGA	
#/PACTO	CONFIRMSIDAD		MANTENIBILIDAD	X	ANÁLISIS DE CUALIFICACIÓN MM Info	STEP 1 - PLANEAMIENTO	STEP 5 - INSTALACIÓN	PILAR ORIGEN A.M.
	CAUDALIDAD		COSTO			STEP 2 - ESP. TECNICA	STEP 6 - TRY OUT	
	OPERABILIDAD		SEGURIDAD/AMBIENTE			STEP 3 - PROYECTO	STEP 7 - FLOW	
						STEP 4 - CONSTRUCCIÓN		
Descripción del problema: La suciedad acumulada en distintas áreas genera tiempo elevado en limpieza e impurezas					Descripción de la solución: Se aplica una manga protectora para reducir tiempo de limpieza y evitar impurezas			
ANTES 					DESPUÉS 			

MP info de acción de mejora de la Operabilidad del proyecto en estudio
 (elaboración propia en base a Yamashina, 2008, p.54)

4.4 Pasos 4, 5, 6 y 7

Al tratarse de un proyecto que está en fase de estudio y análisis, para ser presentado al comité Directivo de la empresa, y analizar la viabilidad económica para su aprobación, los pasos de fabricación (4), instalación (5), preproducción (6) y flujo inicial (7), no serán tratados en este estudio debido a la instancia que se encuentra el proyecto.

Algunas consideraciones que se tendrán en cuenta, que tiene un impacto a la hora de analizar los costos, son:

Etapas de fabricación: una vez fabricado el equipamiento se organizará un viaje al laboratorio del proveedor para realizar pruebas de pintado.

Etapas de instalación: debido a la complejidad del proyecto, esta etapa junto a la de preproducción serán realizadas en la parada de fin de año, ya que no se puede llevar a cabo mientras hay producción. Significa que se torna crítica la instalación, por lo que se montará previamente una planta piloto en la empresa, para realizar simulaciones y ganar tiempo en el *tryout*.

V. ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO

5.1 Metodología Propuesta

La metodología implementada para realizar el análisis de viabilidad financiera es la teoría incremental.

5.1.1 Concepto

Se denominan proyectos incrementales a aquellos proyectos que se realizan en una empresa en funcionamiento con el fin de determinar la conveniencia o no de impulsar una idea o iniciativa que trae aparejada una inversión.

“Un proyecto incremental estudia la conveniencia o no de llevar a cabo un proyecto que se incorpora a una organización existente y en marcha. El abordaje metodológico para el análisis tiene algunas diferencias y particularidades respecto a la metodología seguida en la evaluación de creación de nuevos negocios” (Galfione, 2013, p.81)

Las tipologías más frecuentes de proyectos incrementales son:

- Proyecto de tercerización.
- Proyecto de reemplazo.
- Proyecto de ampliación.
- Proyecto de internalización.
- Proyecto de abandono.
- Valoración de empresa.
- Proyecto de alianzas estratégicas.

5.1.2 Alternativas de Análisis de la Teoría Incremental

Existen dos alternativas para realizar la teoría incremental:

Alternativa 1: se pueden realizar dos flujos de fondos tanto para la situación actual sin proyecto y para la situación nueva o hipotética que quiere llevarse a cabo con proyecto.

Una vez hecho esto se calculan los indicadores de cada uno y se evalúa si conviene o no realizar el proyecto, si los indicadores con proyecto son mejores que los indicadores sin proyecto podríamos concluir que el proyecto debería llevarse a cabo y ocurriría lo contrario si los indicadores fueran al contrario.

Alternativa 2: realizar un flujo de fondos donde se reflejen solamente los ingresos, costos e inversiones que sean relevantes para el proyecto a desarrollar, queriendo decir con esto que el trabajo a realizar debería consistir en identificar aquellos costos e ingresos que sufran alguna modificación por la realización del proyecto y solo estos deben ser tenido en cuenta.

Para el caso de este estudio, el mismo es del tipo “proyecto de sustitución”, y la alternativa seleccionada es la 2, donde se trabajará con dos flujos de fondo, comparando cada tecnología con la situación actual.

5.2 Herramientas

5.2.1 Horizonte Temporal de Análisis

Para definir el horizonte temporal de análisis se tuvo en cuenta como criterio la vida útil técnica de la cartera de inversiones fijas que se estudian incorporar en cada análisis.

5.2.2 Tasa de Costo del Capital (Tasa K)

Es la tasa de compensación mínima esperada de una inversión, a través de la determinación del costo de capital. La tasa K, conocida también como tasa de costo de oportunidad, es el costo promedio ponderado de un activo.

Esta tasa puede ser calculada utilizando el modelo *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), propuesto por William Sharpe y otros, donde afirma que la rentabilidad de una acción está compuesta por la tasa libre de riesgo y una prima de riesgo que es un múltiplo de la prima de riesgo del mercado.

Según el modelo CAPM, la fórmula usada para el cálculo de K se construye de la siguiente manera:

$K = \text{Tasa de libre riesgo} + \text{Riesgo país} + \text{Beta} \times \text{Prima de riesgo del mercado}$

Para el caso de estudio, la tasa está definida por el grupo inversor; por este motivo no se explicarán los conceptos que integran la fórmula de cálculo.

5.3 Situación ante el Fisco

El encuadre impositivo del grupo Fiat, donde será presentado y llevado a cabo el proyecto bajo análisis, ha sido considerado como responsable inscripto frente al IVA e impuesto a las ganancias.

5.4 Indicadores

Para evaluar el proyecto se analizarán los siguientes métodos e indicadores:

1. Valor Actual Neto (VAN): *“se define como el valor que resulta de la diferencia entre el valor presente del flujo de caja esperado y el desembolso inicial de la inversión”* (Dumrauf, 2013, p.316). Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos de caja, proyectados a partir del primer período en operación, y le resta la inversión total expresada en el momento cero. Si la VAN > 0 mostrará cuánto se gana con el proyecto después de recuperar la inversión, por sobre una tasa que se exigía de retorno al proyecto.

2. Tasa Interna de Retorno (TIR): un segundo criterio de evaluación que mide la rentabilidad como porcentaje. *“Se define como aquella tasa que iguala el valor presente del flujo de fondos esperado con el desembolso inicial de la inversión”* (Dumrauf, 2013, p.320). Cuando la VAN sea cero, la TIR será igual a la tasa de retorno exigida al proyecto.
3. Período de recupero (*Pay Back*): *“nos dice la cantidad de períodos que han de transcurrir para que la acumulación de los flujos de efectivo iguale a la inversión inicial”* (Dumrauf, 2013, p.314).

5.5 Flujo de Caja

Es una herramienta que nos permite:

- Analizar si la idea que se está estudiando en los escenarios más probables, cumplen con los objetivos económicos proyectados.
- Proyectar los ingresos y egresos e inversiones durante el tiempo de vida del proyecto (HTA).
- Genera la base estructural para realizar los análisis de sensibilidad.

Se puede presentar diferentes flujos de caja dependiendo de las características de un proyecto. Para el caso del proyecto objeto de estudio en el presente trabajo, el flujo de caja tiene las siguientes características:

Económico: porque trabaja siguiendo el principio de lo devengado.

Incremental: aquellos proyectos que se realizan en una empresa en funcionamiento con el fin de determinar la conveniencia o no de impulsar una idea o iniciativa que trae aparejada una Inversión.

Industrial: *“son los que se ubican en el sector secundario: sector industrial. Su principal característica es la transformación de productos”* (Hernandez, 2007, p.5)

Sustitución/innovaciones tecnológicas en los procesos productivos: *“estos proyectos se inician para reemplazar maquinarias y equipos obsoletos,*

con la finalidad de aumentar la productividad y disminuir los costos directos para ser competitivos en el mercado tanto en precio como en calidad". (Hernandez, 2007, p.4)

Con análisis de 2 alternativas mutuamente excluyentes: "este caso ocurre cuando se analiza un conjunto de proyectos y al seleccionar alguno los demás quedan descartados".(Hernandez, 2007, p.5)

Puro: "busca medir y definir la viabilidad de la idea del proyecto con prescindencia de fuentes financieras" (Galfione, 2013, p.12)

5.6 Análisis de la Alternativa Tecnológica 1: conviene reemplazar lo actual con la tecnología *bell-gun*

El flujo de caja del proyecto puro es:

Producción autos		60000	75000	75000	75000
Incrementos proyectados		0%	25%	0%	0%
	2016	2017	2018	2019	2020
HORIZONTE TEMPORAL DE ANALISIS	0	1	2	3	4
AHORRO DE COSTO VARIABLE		\$ 13.463.140,76	\$ 16.828.925,95	\$ 16.828.925,95	\$ 16.828.925,95
AHORRO DE COSTO LABORALES FIJOS		\$ 613.267,20	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00
TOTAL INGRESOS	0	\$ 14.076.407,96	\$ 17.595.509,95	\$ 17.595.509,95	\$ 17.595.509,95
TOTAL EGRESOS EROGABLES					
Amortizaciones		\$ -3.383.337,60	\$ -3.383.337,60	\$ -3.383.337,60	\$ -3.383.337,60
Gastos Previos a la Puesta en marcha	\$ -2.480.000,00				
SUBTOTAL	\$ -2.480.000,00	\$ 10.693.070,36	\$ 14.212.172,35	\$ 14.212.172,35	\$ 14.212.172,35
IIIGG	\$ 868.000,00	\$ -3.742.574,63	\$ -4.974.260,32	\$ -4.974.260,32	\$ -4.974.260,32
Amortizaciones		\$ 3.383.337,60	\$ 3.383.337,60	\$ 3.383.337,60	\$ 3.383.337,60
Liberación d activos netps de impuestos	\$ 32.500,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversion en activo Fijo	\$ -33.833.376,00				
Saldo	\$ -35.412.876,00	\$ 10.333.833,33	\$ 12.621.249,63	\$ 12.621.249,63	\$ 12.621.249,63
Saldo Actual	\$ -35.412.876,00	\$ 8.985.942,03	\$ 9.543.477,98	\$ 8.298.676,50	\$ 7.216.240,44
Saldo Actual acumulado	\$ -35.412.876,00	\$ -26.426.933,97	\$ -16.883.455,99	\$ -8.584.779,49	\$ -1.368.539,05
PB		1	1	1	1

75000	75000	75000	75000	75000	75000
0%	0%	0%	0%	0%	0%
2021	2022	2023	2024	2025	2026
5	6	7	8	9	10
\$ 16.828.925,95	\$ 16.828.925,95	\$ 16.828.925,95	\$ 16.828.925,95	\$ 16.828.925,95	\$ 16.828.925,95
\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00
\$ 17.595.509,95	\$ 17.595.509,95	\$ 17.595.509,95	\$ 17.595.509,95	\$ 17.595.509,95	\$ 17.595.509,95
\$ -3.383.337,60	\$ -3.383.337,60	\$ -3.383.337,60	\$ -3.383.337,60	\$ -3.383.337,60	\$ -3.383.337,60
\$ 14.212.172,35	\$ 14.212.172,35	\$ 14.212.172,35	\$ 14.212.172,35	\$ 14.212.172,35	\$ 14.212.172,35
\$ -4.974.260,32	\$ -4.974.260,32	\$ -4.974.260,32	\$ -4.974.260,32	\$ -4.974.260,32	\$ -4.974.260,32
\$ 3.383.337,60	\$ 3.383.337,60	\$ 3.383.337,60	\$ 3.383.337,60	\$ 3.383.337,60	\$ 3.383.337,60
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.099.584,72
\$ 12.621.249,63	\$ 12.621.249,63	\$ 12.621.249,63	\$ 12.621.249,63	\$ 12.621.249,63	\$ 13.720.834,35
\$ 6.274.991,68	\$ 5.456.514,51	\$ 4.744.795,22	\$ 4.125.908,89	\$ 3.587.746,86	\$ 3.391.580,41
\$ 6.195.272,63	\$ 11.651.787,14	\$ 16.396.582,36	\$ 20.522.491,25	\$ 24.110.238,12	\$ 27.501.818,52
0	0	0	0	0	0

Se considera un horizonte temporal de análisis de 10 años, y un escenario de producción de 60000 autos para el primer año, y un incremento del 25% para los años restantes; esta es una condición muy negativa de análisis, a los fines de evaluar si el proyecto es rentable para una situación de crisis.

5.6.1 Ahorro de Costo Variables

Se calcula como el producto entre el ahorro de costo variable por auto, debido al cambio de tecnología, y la producción de autos anual.

Producto N.	Nombre	Máquina actual		
	Cant	Unid de med	P Unit	Total
COSTOS VARIABLES DE PX				
Pintura pastel/metalizada	4,5	Litro/auto	\$ 150	\$ 675,0
Hora extra por eficiencia	0,0013	Hr/auto	\$ 40.000	\$ 51,1
Extracción de barros	2,925	Kg/auto	\$ 1	\$ 2,9
Tiempo limpieza máquina	0,0026	Hr/auto	\$ 300	\$ 0,8
Consumo solvente limpieza	0,212	Litro/auto	\$ 25	\$ 5,3
Energía	0,84	KW/auto	\$ 2	\$ 1,8
Mantenimiento preventivo	0,07	Hr/auto	\$ 300	\$ 22,0
Total costo Variable de Px				\$ 759,0

Producto N.	Nombre	Opción 1		
	Cant	Unid de med	P Unit	Total
COSTOS VARIABLES DE PX				
Pintura pastel/metalizada	3,4	Litro/auto	\$ 150	\$ 506,3
Hora extra por eficiencia	0,00032	Hr/auto	\$ 40.000	\$ 12,8
Extracción de barros	0,844	Kg/auto	\$ 1	\$ 0,8
Tiempo limpieza máquina	0,0026	Hr/auto	\$ 300	\$ 0,8
Consumo solvente limpieza	0,16	Litro/auto	\$ 25	\$ 4,1
Energía	0,38	KW/auto	\$ 2	\$ 0,8
Mantenimiento preventivo	0,03	Hr/auto	\$ 300	\$ 9,0
Total costo Variable de Px				\$ 534,6

La tabla muestra el cálculo de costo variable de la máquina actual, y el cálculo de costo variable de la opción 1 (tecnología *bell-gun*).

Como se puede observar, existe un ahorro de costo variable por auto de \$ 224,4. El mismo resulta de la eficiencia de la tecnología *bell-gun* en los diferentes parámetros:

	bell-gun - actual
Pintura pastel/metalizada	\$ 168,8
Hora extra por eficiencia	\$ 38,3
Extracción de barros	\$ 2,1
Tiempo limpieza máquina	\$ 0,0
Consumo solvente limpieza	\$ 1,2
Energía	\$ 1,0
Mantenimiento preventivo	\$ 13,0
	\$ 224,4

A continuación se presenta el justificativo por cada ítem:

Pintura pastel/metalizada: la tecnología *bell-gun* tiene una eficiencia de transferencia del 75% contra un 35% de la actual. Se tiene un ahorro del 25% del consumo de pintura por auto (\$ 168,8).

Horas extra por eficiencia

	actual	Bell-gun	
Hr por turno trabajo	8,3	8,3	
Días/año	231	231	
Hr/año	1917,3	1917,3	
Eficiencia técnica	96%	99%	
Hr extra por ineficiencia	76,7	19,2	
Total auto/año	60000	60000	
Hr extra/auto	0,0013	0,00032	\$ 38,3

Extracción de barros

	actual	Bell-gun	
Kg Pintura/auto	4,5	3,4	
Eficiencia transferencia	35%	75%	
Kg barro/auto	2,9	0,8	\$ 2,1

Consumo solvente limpieza

	actual	Bell-gun	
L solvente/cambio color	2,2	1,7	
Cambio color/día	25	25	
Total cambio color/año	5775	5775	
Total L solvente/año	12705	9817,5	
L solvente/auto	0,212	0,16	\$ 1,2

Energía

	actual	Bell-gun	
Consumo máquina KW/hr	26,3	12	
Total hr/año	1917,3	1917,3	
(KW/hr)/año	50424,99	23007,6	
(KW/hr)/auto	0,84	0,38	\$ 1,0

Mantenimiento preventivo

	actual	Bell-gun	
Total Hr preventivo/año	4400	1800	
Hr preventivo/auto	0,07	0,03	\$ 13,0

5.6.2 Ahorro de Costo Laborales Fijo

Con la tecnología actual se requieren de 3 operarios: uno para operar y realizar los controles de la máquina, y dos para realizar la completación del pintado externo, por deficiencia del automatismo.

Con la propuesta de la tecnología robotizada *bell-gun*, se requiere solamente de un operador para manejar y controlar los robot, eliminando los dos operadores de completación.

Para el cálculo del ahorro, se considera una valor neto hora de \$90, y los siguientes aportes:

Concepto	Aporte empleado	Contribución empleador
Aportes del empleado	17,00%	
Contribuciones del empleador		31,04%
SIPA	11,00%	10,17%
INNSJP	3,00%	1,50%
Obra social	3,00%	6,00%
Asignaciones familiares		4,44%
Fondo nacional de empleo		0,89%
ART variable		8,04%
Seguro colectivo de vida fijo en pesos		mensual
ART fijo		mensual

Presentismo	8,33%
Antigüedad	1%

Situación actual

Categoría	Cantidad empleados	Valor hora	Cantidad de hs x mes	Sueldo Básico	Antigüedad	Sueldo Bruto Total	Contribución del empleador	Costo Laboral Mensual	Aguinaldo	Costo Laboral anual
Operarios	3	90	200	54000	5	54005	16763,2	70768,2	70768,2	919986,0

Situación propuesta

Categoría	Cantidad empleados	Valor hora	Cantidad de hs x mes	Sueldo Básico	Antigüedad	Sueldo Bruto Total	Contribución del empleador	Costo Laboral Mensual	Aguinaldo	Costo Laboral anual
Operarios	1	90	200	18000	5	18005	5588,8	23593,75	23593,75	306718,8

Como se puede observar, tenemos un ahorro de 2 operadores, que equivalen a **\$613.267** anual.

5.6.3 Inversión en Activo Fijo / Amortizaciones

“Los activos fijos son comúnmente llamados bienes de uso. Como su nombre lo indica el objetivo que tiene es el de prestar apoyo permanente al capital de trabajo posibilitando un flujo activo de producción y circulación de riqueza” (Galfione, 2013, p.45).

Se considera todo la inversión referidos a equipamientos, accesorios, obra civil y gastos de nacionalización, los cuales son amortizables.

Activos amortizables Bell-Gun	Año inversión	Cantidad	Valor Unitario U\$	Valor Unitario \$	Valor de Origen Total	Vida Util Impositiva	Amortización Anual
Robot + programación	2016	7	\$ 240.000,00	\$ 3.456.000,00	\$ 24.192.000,00	10	\$ 2.419.200,00
Aplicadores bell	2016	4	\$ 18.000,00	\$ 259.200,00	\$ 1.036.800,00	10	\$ 103.680,00
Aplicadores gun	2016	3	\$ 3.000,00	\$ 43.200,00	\$ 129.600,00	10	\$ 12.960,00
Obra civil	2016	1	\$ 300.000,00	\$ 4.320.000,00	\$ 4.320.000,00	10	\$ 432.000,00
Gastos de nacionalización	2016	1	14%	14%	\$ 4.154.976,00	10	\$ 415.497,60
TOTAL					\$ 33.833.376		\$ 3.383.337,6

Si bien la vida útil contable asignado a estos activos por el grupo FCA es de 12 años, al cierre de balance se produce un ajuste impositivo llevando la amortización a 10 años, como lo indica la ley de impuestos a las ganancias.

“Una vez finalizado el proyecto, tenemos que analizar qué valor asumen estos bienes. Esto recibe el nombre de VALOR DE SALVAMENTO, RESCATE, DESECHO O RESIDUAL” (Galfione, 2013, p.45).

Se estima que la tecnología de inversión propuesta, tenga un valor presunto de venta del 5% al precio actual, por lo que al final de la evaluación del proyecto (año 2026), contamos con un valor de salvamento de **\$1.099.584,7**.

Valor de Origen Total	Vida Util Impositiva	Amortización Anual	Amort. Acumulada	Valor Residual Contable	Valor presunto de venta	Resultados	IIGG	VALOR DE SALVAMENTO
\$ 24.192.000,00	10	\$ 2.419.200,00	\$ 24.192.000,00	\$ 0,00	\$ 1.209.600,00	\$ 1.209.600,00	-\$ 423.360,00	\$ 786.240,00
\$ 1.036.800,00	10	\$ 103.680,00	\$ 1.036.800,00	\$ 0,00	\$ 51.840,00	\$ 51.840,00	-\$ 18.144,00	\$ 33.696,00
\$ 129.600,00	10	\$ 12.960,00	\$ 129.600,00	\$ 0,00	\$ 6.480,00	\$ 6.480,00	-\$ 2.268,00	\$ 4.212,00
\$ 4.320.000,00	10	\$ 432.000,00	\$ 4.320.000,00	\$ 0,00	\$ 216.000,00	\$ 216.000,00	-\$ 75.600,00	\$ 140.400,00
\$ 4.154.976,00	10	\$ 415.497,60	\$ 4.154.976,00	\$ 0,00	\$ 207.748,80	\$ 207.748,80	-\$ 72.712,08	\$ 135.036,72
\$ 33.833.376		\$ 3.383.337,6						\$ 1.099.584,7

5.6.4 Gastos Previos a la Puesta en Marcha

Se definen algunos puntos que deben ser tenidos en cuenta para el proyecto en estudio:

Descripción	Costo total
Asistencia técnica	\$ 360.000,0
Capacitación personal	\$ 70.000,0
Material primera dotación	\$ 1.000.000,0
Material de calibración/instrumentos especiales	\$ 100.000,0
Documentación WCM	\$ 50.000,0
Prueba pintado laboratorio proveedor	\$ 500.000,0
Montaje planta piloto Argentina	\$ 400.000,0
Total Gastos Previos a la puesta en marcha	\$ 2.480.000,0

Donde tenemos:

Asistencia técnica: se requiere de un técnico del proveedor seleccionado, para brindar asistencia durante 6 meses de producción, hasta que el personal de mantenimiento de la empresa pueda ser autónomo para resolver los problemas.

Capacitación personal: se estima una capacitación para 30 personas, de 8 horas diarias durante 1 mes.

Material primera dotación: es la compra inicial de los repuestos más críticos (se estima cerca del 3% del valor total de inversión).

Material de calibración/instrumentos especiales: son necesarios para realizar los controles y mantenimiento preventivo al equipamiento.

Documentación WCM: hace referencia a toda la documentación de WCM que se le exige al proveedor (matriz X, matriz QM, árbol de componente, *machine ledger*, SMP).

Prueba pintado laboratorio proveedor: para certificar el paso 4 de fabricación, se considera la necesidad de ir al laboratorio del proveedor seleccionado, para realizar diferentes pruebas de pintado. Se deberá enviar un modelo de carrocerías para el desarrollo de los programas y perfiles de pintado.

Montaje planta piloto Argentina: una vez que llegue el equipamiento a la planta, se considera montar una planta piloto en la Unidad de Pintura, para verificar y controlar los perfiles de movimiento, y poder realizar parte del entrenamiento en la práctica. Esto es muy importante para garantizar la etapa de *tryout*.

5.6.5 IIGG

Todas las alternativas están grabadas por el impuestos a las ganancias a la alícuota del 35%. La base imponible definida como subtotal en el flujo de fondo está representada por lo ahorros anuales de costos proyectados.

En este caso el impuesto para el grupo inversor aumenta no por crecimiento en los ingresos por venta, sino por la disminución de los costos afectados al mismo.

5.6.6 Capital de Trabajo

“Se denomina así al conjunto de recursos necesarios para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo para una capacidad y tamaño determinados” (Galfione, 2013, p.46).

“Se entiende como necesidad de capital de trabajo el capital necesario para financiar la operación de la empresa mientras se reciben los ingresos operacionales suficientes para cubrir estos gasto de operación”.(Murcia, 2009, p.139).

Al estar trabajando en un proyecto incremental donde solo se registran las variaciones generadas por el proyecto en las diferentes variables, entre las 2 alternativas; y al no generarse un delta significativo en la inversión en el capital de trabajo, no se considera dentro del proyecto una variable relevante. Eso explica la no incorporación de valores a esta partida en el flujo de fondo.

5.6.7 Liberación de Activos Netos de Impuestos

Todos los activos que hoy se están utilizando, cuyas alternativas plantean renovarlos, al momento de la evaluación de proyecto tienen un valor residual contable de \$0; significa que están totalmente amortizados, y tiene un valor de mercado insignificante (\$50000). Bajo esta premisa este valor está en un 100% afectado al impuesto a la ganancia, por lo que su valor de salvamento a la fecha es de \$32500.

Se considera que de no llevarse adelante la renovación de tecnología, al cabo de los 10 años los equipos que actualmente están funcionando no tienen valor de mercado alguno.

5.6.8 Resultado de Indicadores

Considerando una tasa de retorno anual del 15% (es la que está definida por la empresa, denominada WACC), los indicadores resultantes del reemplazo de la tecnología actual por el sistema de robot *bell-gun*, son los siguientes:

Tasa K	15,00%
VAN	\$ 26.212.998,52
TIR	21%
PB	5

5.7 Análisis de la Alternativa Tecnológica 2: conviene reemplazar lo actual con la tecnología *bell-bell*

El flujo de caja del proyecto puro es:

Producción autos	60000	75000	75000	75000	
Incrementos proyectados	0%	25%	0%	0%	
	2016	2017	2018	2019	2020
HORIZONTE TEMPORAL DE ANALISIS	0	1	2	3	4
AHORRO DE COSTO VARIABLE		\$ 17.248.659,68	\$ 21.560.824,60	\$ 21.560.824,60	\$ 21.560.824,60
AHORRO DE COSTO LABORALES FIJOS		\$ 613.267,20	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00
TOTAL INGRESOS	0	\$ 17.861.926,88	\$ 22.327.408,60	\$ 22.327.408,60	\$ 22.327.408,60
TOTAL EGRESOS EROGABLES					
Amortizaciones		\$ -3.457.209,60	\$ -3.457.209,60	\$ -3.457.209,60	\$ -3.457.209,60
Gastos Previos a la Puesta en marcha	\$ -2.480.000,00				
SUBTOTAL	\$ -2.480.000,00	\$ 14.404.717,28	\$ 18.870.199,00	\$ 18.870.199,00	\$ 18.870.199,00
IIIGG	\$ 868.000,00	\$ -5.041.651,05	\$ -6.604.569,65	\$ -6.604.569,65	\$ -6.604.569,65
Amortizaciones		\$ 3.457.209,60	\$ 3.457.209,60	\$ 3.457.209,60	\$ 3.457.209,60
Liberación d activos netps de impuestos	\$ 32.500,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversion en activo Fijo	\$ -34.572.096,00				
Saldo	\$ -36.151.596,00	\$ 12.820.275,83	\$ 15.722.838,95	\$ 15.722.838,95	\$ 15.722.838,95
Saldo Actual	\$ -36.151.596,00	\$ 11.148.065,94	\$ 11.888.725,10	\$ 10.338.021,83	\$ 8.989.584,20
Saldo Actual acumulado	\$ -36.151.596,00	\$ -25.003.530,06	\$ -13.114.804,96	\$ -2.776.783,13	\$ 6.212.801,07
PB	1	1	1	1	0

75000	75000	75000	75000	75000	75000
2021	2022	2023	2024	2025	2026
5	6	7	8	9	10
\$ 21.560.824,60	\$ 21.560.824,60	\$ 21.560.824,60	\$ 21.560.824,60	\$ 21.560.824,60	\$ 21.560.824,60
\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00	\$ 766.584,00
\$ 22.327.408,60	\$ 22.327.408,60	\$ 22.327.408,60	\$ 22.327.408,60	\$ 22.327.408,60	\$ 22.327.408,60
\$ -3.457.209,60	\$ -3.457.209,60	\$ -3.457.209,60	\$ -3.457.209,60	\$ -3.457.209,60	\$ -3.457.209,60
\$ 18.870.199,00	\$ 18.870.199,00	\$ 18.870.199,00	\$ 18.870.199,00	\$ 18.870.199,00	\$ 18.870.199,00
\$ -6.604.569,65	\$ -6.604.569,65	\$ -6.604.569,65	\$ -6.604.569,65	\$ -6.604.569,65	\$ -6.604.569,65
\$ 3.457.209,60	\$ 3.457.209,60	\$ 3.457.209,60	\$ 3.457.209,60	\$ 3.457.209,60	\$ 3.457.209,60
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.123.593,12
\$ 15.722.838,95	\$ 15.722.838,95	\$ 15.722.838,95	\$ 15.722.838,95	\$ 15.722.838,95	\$ 16.846.432,07
\$ 7.817.029,74	\$ 6.797.417,16	\$ 5.910.797,53	\$ 5.139.823,94	\$ 4.469.412,12	\$ 4.164.180,36
\$ 14.029.830,81	\$ 20.827.247,97	\$ 26.738.045,50	\$ 31.877.869,45	\$ 36.347.281,57	\$ 40.511.461,93
0	0	0	0	0	0

Se considera un horizonte temporal de análisis de 10 años, y un escenario de producción de 60000 autos para el primer año, y un incremento del 25% para los años restantes; esta es una condición muy negativa de análisis, a los fines de evaluar si el proyecto es rentable para una situación de crisis.

5.7.1 Ahorro de Costo Variables

Se calcula como el producto entre el ahorro de costo variable por auto, debido al cambio de tecnología, y la producción de autos anual.

Producto N.	Nombre	Máquina actual		
Unidad de Medida:	Precio			
	Cant	Unid de med	P Unit	Total
COSTOS VARIABLES DE PX				
Pintura pastel	4,5	Litro/auto	\$ 150	\$ 675,0
Hora extra por eficiencia	0,0013	Hr/auto	\$ 40.000	\$ 51,1
Extracción de barro	2,925	Kg/auto	\$ 1	\$ 2,9
Tiempo limpieza máquina	0,0026	Hr/auto	\$ 300	\$ 0,8
Consumo solvente limpieza	0,212	Litro/auto	\$ 25	\$ 5,3
Energía	0,84	KW/auto	\$ 2	\$ 1,8
Mantenimiento preventivo	0,07	Hr/auto	\$ 300	\$ 22,0
Total costo Variable de Px				\$ 759,0

Producto N.	Nombre	Opción 2		
Unidad de Medida:	Precio			
	Cant	Unid de med	P Unit	Total
COSTOS VARIABLES DE PX				
Pintura pastel	2,9	Litro/auto	\$ 150	\$ 438,8
Hora extra por eficiencia	0,00032	Hr/auto	\$ 40.000	\$ 12,8
Extracción de barro	0,293	Kg/auto	\$ 1	\$ 0,3
Tiempo limpieza máquina	0,0013	Hr/auto	\$ 300	\$ 0,4
Consumo solvente limpieza	0,13	Litro/auto	\$ 25	\$ 3,1
Energía	0,58	KW/auto	\$ 2	\$ 1,2
Mantenimiento preventivo	0,05	Hr/auto	\$ 300	\$ 15,0
Total costo Variable de Px				\$ 471,5

La tabla muestra el cálculo de costo variable de la máquina actual, y el cálculo de costo variable de la opción 2 (tecnología *bell-bell*).

Como se puede observar, existe un ahorro de costo variable por auto de \$ 287,5. El mismo resulta de la eficiencia de la tecnología *bell-bell* en los diferentes parámetros:

	bell-bell - actual
Pintura pastel/metalizada	\$ 236,3
Hora extra por eficiencia	\$ 38,3
Extracción de barro	\$ 2,6
Tiempo limpieza máquina	\$ 0,4
Consumo solvente limpieza	\$ 2,2
Energía	\$ 0,7
Mantenimiento preventivo	\$ 7,0
	\$ 287,5
	\$ 287,5

A continuación se presenta el justificativo por cada ítem:

Pintura pastel/metalizada: la tecnología *bell-bell* tiene una eficiencia de transferencia del 90% contra un 35% de la actual. Se tiene un ahorro del 35% del consumo de pintura por auto (\$ 236,3).

Horas extra por eficiencia

	actual	Bell-bell	
Hr por turno trabajo	8,3	8,3	
Días/año	231	231	
Hr/año	1917,3	1917,3	
Eficiencia técnica	96%	99%	
Hr extra por ineficiencia	76,7	19,2	
Total auto/año	60000	60000	
Hr extra/auto	0,0013	0,00032	\$ 38,3

Extracción de barro

	actual	Bell-bell	
Kg Pintura/auto	4,5	2,9	
Eficiencia transferencia	35%	90%	
Kg barro/auto	2,9	0,3	\$ 2,6

Tiempo limpieza máquina

	actual	Bell-bell	
Tiempo limpieza (hr)	0,33	0,33	
Frecuencia limpieza/turno	2	1	
Tiempo limpieza/año	154	77	
Hr limpieza/auto	0,0026	0,00128	\$ 0,4

Consumo solvente limpieza

	actual	Bell-bell	
L solvente/cambio color	2,2	1,3	
Cambio color/día	25	25	
Total cambio color/año	5775	5775	
Total L solvente/año	12705	7507,5	
L solvente/auto	0,212	0,125	\$ 2,2

Energía

	actual	Bell-bell	
Consumo máquina KW/hr	26,3	18	
Total hr/año	1917,3	1917,3	
(KW/hr)/año	50424,99	34511,4	
(KW/hr)/auto	0,84	0,58	\$ 0,7

Mantenimiento preventivo

	actual	Bell-bell	
Total Hr preventivo/año	4400	3000	
Hr preventivo/auto	0,07	0,05	\$ 7,0

5.7.2 Ahorro de Costo Laborales Fijo

Con la tecnología actual se requieren de 3 operarios: uno para operar y realizar los controles de la máquina, y dos para realizar la completación del pintado externo, por deficiencia del automatismo.

Con la propuesta de la tecnología robotizada *bell-bell*, se requiere solamente de un operador para manejar y controlar los robot, eliminando los dos operadores de completación.

Para el cálculo del ahorro, se considera una valor neto hora de \$90, y los siguientes aportes:

Concepto	Aporte empleado	Contribución empleador
Aportes del empleado	17,00%	
Contribuciones del empleador		31,04%
SIPA	11,00%	10,17%
INNSJP	3,00%	1,50%
Obra social	3,00%	6,00%
Asignaciones familiares		4,44%
Fondo nacional de empleo		0,89%
ART variable		8,04%
Seguro colectivo de vida fijo en pesos		mensual
ART fijo		mensual

Presentismo	8,33%
Antigüedad	1%

Situación actual

Categoría	Cantidad empleados	Valor hora	Cantidad de hs x mes	Sueldo Básico	Antigüedad	Sueldo Bruto Total	Contribución del empleador	Costo Laboral Mensual	Aguinaldo	Costo Laboral anual
Operarios	3	90	200	54000	5	54005	16763,2	70768,2	70768,2	919986,0

Situación propuesta

Categoría	Cantidad empleados	Valor hora	Cantidad de hs x mes	Sueldo Básico	Antigüedad	Sueldo Bruto Total	Contribución del empleador	Costo Laboral Mensual	Aguinaldo	Costo Laboral anual
Operarios	1	90	200	18000	5	18005	5588,8	23593,75	23593,75	306718,8

Como se puede observar, tenemos un ahorro de 2 operadores, que equivalen a **\$613.267** anual.

5.7.3 Inversión en Activo Fijo / Amortizaciones

Se considera todo la inversión referidos a equipamientos, accesorios, obra civil y gastos de nacionalización, los cuales son amortizables.

Activos amortizables Bell-Bel	Año inversión	Cantidad	Valor Unitario U\$	Valor Unitario \$	Valor de Origen Total	Vida Util Impositiva	Amortización Anual
Robot + programación	2016	7	\$ 240.000,00	\$ 3.456.000,00	\$ 24.192.000,00	10	\$ 2.419.200,00
Aplicadores bell	2016	7	\$ 18.000,00	\$ 259.200,00	\$ 1.814.400,00	10	\$ 181.440,00
Aplicadores gun	2016	0	\$ 3.000,00	\$ 43.200,00	\$ 0,00	10	\$ 0,00
Obra civil	2016	1	\$ 300.000,00	\$ 4.320.000,00	\$ 4.320.000,00	10	\$ 432.000,00
Gastos de nacionalización	2016	1	14%	14%	\$ 4.245.696,00	10	\$ 424.569,60
TOTAL					\$ 34.572.096		\$ 3.457.209,6

Si bien la vida útil contable asignado a estos activos por el grupo FCA es de 12 años, al cierre de balance se produce un ajuste impositivo llevando la amortización a 10 años, como lo indica la ley de impuestos a las ganancias.

Se estima que la tecnología de inversión propuesta, tenga un valor presunto de venta del 5% al precio actual, por lo que al final de la evaluación del proyecto (año 2026), contamos con un valor de salvamento de **\$1.123.593,1**.

Valor de Origen Total	Vida Util Impositiva	Amortización Anual	Amort. Acumulada	Valor Residual Contable	Valor presunto de venta	Resultados	IIGG	VALOR DE SALVAMENTO
\$ 24.192.000,00	10	\$ 2.419.200,00	\$ 24.192.000,00	\$ 0,00	\$ 1.209.600,00	\$ 1.209.600,00	-\$ 423.360,00	\$ 786.240,00
\$ 1.814.400,00	10	\$ 181.440,00	\$ 1.814.400,00	\$ 0,00	\$ 90.720,00	\$ 90.720,00	-\$ 31.752,00	\$ 58.968,00
\$ 0,00	10	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
\$ 4.320.000,00	10	\$ 432.000,00	\$ 4.320.000,00	\$ 0,00	\$ 216.000,00	\$ 216.000,00	-\$ 75.600,00	\$ 140.400,00
\$ 4.245.696,00	10	\$ 424.569,60	\$ 4.245.696,00	\$ 0,00	\$ 212.284,80	\$ 212.284,80	-\$ 74.299,68	\$ 137.985,12
\$ 34.572.096		\$ 3.457.209,6						\$ 1.123.593,1

5.7.4 Gastos Previos a la Puesta en Marcha

Se definen los mismos gastos previos, aplicados a la otra alternativa tecnológica.

Descripción	Costo total
Asistencia técnica	\$ 360.000,0
Capacitación personal	\$ 70.000,0
Material primera dotación	\$ 1.000.000,0
Material de calibración/instrumentos especiales	\$ 100.000,0
Documentación WCM	\$ 50.000,0
Prueba pintado laboratorio proveedor	\$ 500.000,0
Montaje planta piloto Argentina	\$ 400.000,0
Total Gastos Previos a la puesta en marcha	\$ 2.480.000,0

5.7.5 IIGG

Se define el mismo criterio que la alternativa 1.

5.7.6 Capital de Trabajo

Se define el mismo criterio que la alternativa 1.

5.7.7 Liberación de Activos Netos de Impuestos

Se define el mismo criterio que la alternativa 1

5.7.8 Resultado de Indicadores

Considerando una tasa de retorno anual del 15% (es la que está definida por la empresa, denominada WACC), los indicadores resultantes del reemplazo de la tecnología actual por el sistema de robot *bell-bell*, son los siguientes:

Tasa K	15,00%
VAN	\$ 40.505.527,42
TIR	30%
PB	4

5.8 Conclusión de Resultados

Para la selección de la alternativa más conveniente, se realizará un análisis de las siguientes perspectivas:

1. Rentabilidad: seguidamente se expone los resultados económicos para el escenario planteado de ambas alternativas

	Alternativa bell-gun	Alternativa bell-bell
Tasa K	15,00%	15,00%
VAN	\$ 26.212.998,52	\$ 40.505.527,42
TIR	21%	30%
PB	5	4

Analizando los indicadores, ambas propuestas son rentables, ya que la TIR es mayor a la tasa K, por lo que la VAN es positiva; por su parte la alternativa 2 presenta una mejor rentabilidad, ya que los valores de VAN y TIR son mayores, y tiene un tiempo de recupero menor.

2. Liquidez: la demanda de fondos necesarios de aplicar para cada alternativa es:

	Alternativa bell-gun	Alternativa bell-bell
Inversion en activo Fijo	\$ -33.833.376,00	\$ -34.572.096,00

Se puede observar que la alternativa 2 requiere de una inversión mayor en activo fijo; para el caso de estudio propuesto, no hay restricción presupuestaria para acceder al delta fondos.

3. Sensibilidad riesgo: seguidamente se presenta un análisis de sensibilidad, modificando las variables de producción anual de autos y ahorro de costo variable unitario de cada alternativa con la tecnología actual:

Alternativa bell-gun

		producción anual de autos				
		20000	40000	60000	80000	100000
ahorro costo variable por auto	\$ 26.212.998,52					
	200	-11038136,12	4707644,522	20453425,16	36199205,81	51944986,45
	224,3856793	-9118278,335	8547360,093	26212998,52	43878636,95	61544275,38
	300	-3165245,799	20453425,16	44072096,13	67690767,09	91309438,06
	320	-1590667,735	23602581,29	48795830,32	73989079,35	99182328,38

En la tabla se puede observar los distintos valores de VAN para cada situación.

La mínima producción anual de autos, con un ahorro de costo variable unitario de \$ 224,38, para obtener una VAN = 0 es de 30.323, dando un margen de seguridad de 0,49.

Alternativa bell-bell

		producción anual de autos				
	\$ 41.114.486,15	20000	40000	60000	80000	100000
ahorro costo variable por auto	200	-11038136,12	4707644,522	20453425,16	36199205,81	51944986,45
	287,4776613	-4151115,791	18481685,18	41114486,15	63747287,13	86380088,1
	300	-3165245,799	20453425,16	44072096,13	67690767,09	91309438,06
	320	-1590667,735	23602581,29	48795830,32	73989079,35	99182328,38

La mínima producción anual de autos, con un ahorro de costo variable unitario de \$ 287,47, para obtener una VAN = 0 es de 24.206, dando un margen de seguridad de 0,60.

Analizando todos los indicadores desde las diferentes perspectivas, se puede concluir claramente que la alternativa 2 es la más conveniente, la cual será presentada en el comité Directivo de la empresa, ya que presenta:

- Mayor valor de VAN
- Mayor valor de TIR
- Menor tiempo de recupero
- Mayor margen de seguridad

CONCLUSION

Se puede observar a lo largo del proyecto, que el mismo fue desarrollado en base a cinco pilares fundamentales, que son los distintos capítulos, con la siguiente lógica:

- La empresa: en este punto es importante resaltar cómo está conformada la organización, y entender los objetivos que siguen cada una, para poder justificar el objetivo del trabajo.
- Fundamentación del tema elegido: además de explicar el contexto donde es desarrollado el proyecto, el principal foco es la descripción del proceso de pintado dentro de la empresa, para comprender la necesidad del problema planteado, y poder establecer los objetivos del proyecto de estudio.
- Marco teórico: es imprescindible que la gestión del proyecto sea bajo la metodología *World Class Manufacturing*, lo cual fue la metodología de trabajo implementado en el grupo FCA para la gestión de todos los proyectos de la empresa. En este capítulo juega un rol fundamental la lógica del pilar Gestión Temprana de Equipos.
- Desarrollo del proyecto bajo el concepto de WCM: se describe la aplicación de los 7 pasos del pilar EEM, donde se pudo observar el planteo de distintas mejoras y análisis de problemas, los cuales han sido gestionados desde una perspectiva proactiva.
- Análisis económico financiero: este capítulo es el más importante, ya que en el mismo se pudo definir la metodología de evaluación financiera y se demostró con indicadores la mejor opción de inversión, en distintos escenarios posibles.

De esta forma se pudo cumplir con todos los objetivos que fueron planteados al comienzo del estudio:

- Entendiendo la necesidad de la empresa, se plantearon 3 alternativas tecnológicas para la optimización del proceso de pintado, las cuales a través de un estudio técnico y posterior análisis de los resultados económicos financieros, se demostró la mejor alternativa.

- Se definieron indicadores, que ayudaron a la selección de la alternativa más conveniente, comparando y demostrando la mejora respecto a la situación actual de la empresa.
- Finalmente, se desarrolló el proyecto siguiendo detalladamente los 7 pasos del pilar Gestión Temprana de Equipos, para encarar el estudio desde un enfoque totalmente proactivo, anticipándose a todos los posibles problemas, los cuales van tener un impacto muy favorable al momento del funcionamiento del equipamiento, respecto a cuestiones técnicas, de calidad y de costos.

Los resultados y conclusiones de este proyecto podrán ser tomados por el cuerpo directivo de FCA Argentina, a los fines de estudiar la viabilidad del mismo, para la toma de decisiones estratégicas para afrontar la demanda, e incrementar su participación en el mercado (ganar market share), a través de la incorporación de nuevos modelos en la planta local, posibilidad de aumento productivo, y reducción de costos, mediante la incorporación de la tecnología detallada.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Dumrauf, G. (2013). *Finanzas Corporativas. Un enfoque Latinoamericano*. Buenos Aires, Ed. Alfaomega.
- Ehrhardt, M. (2007). *Finanzas Corporativas*. Ed. Thomson.
- Francisco Gil, C. A. (1999). *Introducción a la psicología de los grupos*.
- Galfione, M. T. (2013). *Evaluación Económica y Financiera de Proyectos*. Cordoba, Ed. EDUCC.
- Hernández, A. (2007). *Formulación y Evaluación de proyectos de inversión*. Ed. Thomson.
- Keeney, R. (1993). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*.
- Krajewski, L. (2013). *Administración de Operaciones. Proceso y cadena de suministro*. Ed. Pearson.
- Murcia, J. D. (2009). *Proyectos formulación y criterios de evaluación*. Ed. Alfaomega.
- Sapag Chain, N. (2007). *Proyectos de inversión – Formulación y evaluación*. Mexico, Ed. Pearson.
- World Class Manufacturing Association*. (2013. Documentación grupo FCA).
- Yamashina, H. (2004). *Advanced WCM*. Documentación grupo FCA.
- Yamashina, H. (2008). *Herramientas World Class Manufacturing*. Documentación grupo FCA.
- Yamashina, H. (2009). *Pilar calidad World Class Manufacturing*. Documentación grupo FCA.
- Yamashina, H. (2009). *Pilar Mantenimiento Profesional World Class Manufacturing*. Documentación grupo FCA.
- Yamashina, H. (2011). *Pilares técnicos World Class Manufacturing*. Documentación grupo FCA.

Yamashina, H. (2015). *Manual World Class Manufacturing*. Documentación grupo FCA.